



La Méditerranée au futur

Des impacts du changement climatique aux enjeux de l'adaptation

Alexandre Magnan, Benjamin Garnaud, Raphaël Billé, François Gemenne, *Iddri*
Stéphane Hallegatte, *CIREN-Météo France*



1. Introduction	2
2. Ce que la science du climat nous dit... et ce qu'elle ne nous dit pas	3
2.1. Modèles et scénarios	3
2.1.1. Scénarios d'émissions.....	3
2.1.2. Modèles climatiques	5
2.1.3. Les incertitudes relatives à la science du climat	7
2.2. Les évolutions climatiques envisageables	8
2.2.1. L'évolution des températures de surface	8
2.2.2. L'évolution des régimes de précipitations	10
2.2.3. L'évolution du niveau de la mer.....	10
3. Panorama des impacts attendus du changement climatique en Méditerranée	12
3.1. Conditions naturelles actuelles et pressions anthropiques.....	12
3.2. Les impacts du changement climatique.....	13
3.2.1. Les impacts physiques	14
3.2.2. Effets sur les ressources naturelles.....	16
3.2.3. ... puis sur les activités humaines.....	16
3.3. Les incertitudes relatives au fonctionnement des socio-écosystèmes.....	16
4. L'adaptation au changement climatique : éléments de cadrage	17
4.1. Les moteurs de changement autres que climatiques.....	18
4.1.1. Tendances économiques.....	18
4.1.2. Tendances démographiques et urbanisation	19
4.2. Les liens entre adaptation et mitigation	20
4.2.1. Les actions d'adaptation qui ont des conséquences sur l'atténuation	20
4.2.2. Les actions d'atténuation qui ont des conséquences sur l'adaptation	21
4.3. Variabilité climatique et changement climatique	21
4.4. L'adaptation, par qui et pour qui ?.....	23
4.4.1. Les acteurs	23
4.4.2. Les populations cibles	25
4.5. Migrations climatiques en Méditerranée : vrais enjeux et faux débats	26
4.5.1. Migration et adaptation	26
4.5.2. Impacts du changement climatique et géographie des migrations.....	27
5.1. Éléments de bilan des efforts actuels en matière d'adaptation en Méditerranée	28
5.1.1. Stratégies et plans nationaux ou régionaux	29
5.1.2. Projets d'adaptation	31
5.2. Comment s'y prendre ?	33
5.2.1. Décider en acceptant l'incertitude climatique	34
5.2.2. Adopter une approche doublement intégrée.....	35
5.2.3. Tenir compte de toute la variété des possibilités (champs d'action et acteurs).....	36
5.2.4. Utiliser l'existant.....	36
5.2.5. Reconnaître les divergences d'intérêts	36
5.2.6. Adapter les interventions aux contextes locaux	37
6. Conclusion	37
6.1. Il va falloir agir vite et longtemps	37
6.2. Un cadre d'action qui se dessine.....	38
6.3. ... mais demeure lacunaire	39
6.4. Quels besoins de coordination régionale en Méditerranée sur l'adaptation ?.....	39

1. Introduction

Les conclusions du GIEC¹ sont formelles : le changement climatique est en marche et ses effets dans le demi-siècle à venir sont pour partie inévitables (IPCC, 2007a). La question du changement climatique et de ses conséquences s'est ainsi installée, en l'espace d'à peine deux décennies, au centre des préoccupations internationales. Elle a notamment été portée dans le cadre de la Convention-cadre des Nations Unies sur le changement climatique (CCNUCC)², et des conférences internationales régulières s'y consacrent entièrement (entre autres les Conférences des Parties ou CdP³), traitant des deux approches de la lutte contre le changement climatique que sont la réduction des émissions de gaz à effet de serre (ou mitigation) et l'adaptation. Si la majeure partie de l'attention se focalise encore sur le volet mitigation, l'adaptation prend de plus en plus d'ampleur au fur et à mesure que l'on se rend compte des difficultés à définir et à atteindre des objectifs de mitigation à la fois partagés, réalistes et suffisamment ambitieux. La prise de conscience d'une certaine irréversibilité des changements engagés joue ainsi en faveur d'une attention croissante aux besoins et enjeux de l'adaptation.

C'est surtout lors de la CdP 13 (Bali, décembre 2007) que l'adaptation a été portée sur le devant de la scène, ce qui s'est confirmé lors de la CdP 14 (Poznan, décembre 2008) et le sera encore à Copenhague en décembre 2009 (CdP 15). Si le principal enjeu des CdP en termes d'adaptation concerne les questions de financement – qui paie ? combien ? à qui ? selon quels mécanismes ? –, les scientifiques s'interrogent davantage sur la mise en œuvre ainsi que sur l'analyse des vulnérabilités et des capacités d'adaptation des sociétés au changement climatique. De ces questionnements en découlent d'autres qui ont trait notamment à l'articulation des stratégies et/ou mesures d'adaptation avec les autres politiques publiques, à différentes échelles. La lutte contre le changement climatique (mitigation *et* adaptation) ne saurait en effet être déconnectée des politiques sectorielles, de développement, de planification, de protection de l'environnement... Ces dernières sont tout aussi importantes pour l'avenir d'une société donnée que le sont les conséquences des évolutions climatiques : c'est au carrefour des tendances et enjeux climatiques, socioéconomiques et environnementaux que doit s'envisager la lutte contre le changement climatique à court, moyen et long termes.

Cela est particulièrement vrai en Méditerranée. Le développement rapide des dernières décennies, s'il a eu des impacts positifs considérables sur les conditions de vie des populations, s'est largement réalisé au détriment des équilibres environnementaux essentiels au bien-être humain, et a souvent contribué à accroître les disparités et inégalités sociales ou économiques qui sont aujourd'hui l'une des caractéristiques majeures du bassin méditerranéen. Des pressions et menaces fortes pèsent aujourd'hui sur les ressources et les activités en Méditerranée, que la perspective du changement climatique vient essentiellement renforcer sans en changer la nature. Il s'agit donc d'agir en amont de ces pressions et menaces, pour les réduire autant que pour éviter que de nouvelles n'apparaissent. La Méditerranée offrant en outre une palette de situations culturelles, politiques, économiques et environnementales très diversifiée, on s'attend à ce que les impacts des changements climatiques y prennent des formes contrastées, tout comme devront l'être les réponses à apporter. La Méditerranée apparaît ainsi à la fois comme une région prioritaire pour l'adaptation, et comme un laboratoire de ce qui pourrait être entrepris ailleurs dans le monde.

Le présent rapport vise à fournir un cadre général pour la mise en œuvre de l'adaptation dans le contexte méditerranéen, fondé sur un certain nombre de clarifications importantes et accompagné de recommandations opérationnelles. Il s'agira dans un premier temps (partie 2) de poser les bases scientifiques de l'étude, à partir notamment des travaux du GIEC. Nous dresserons un bilan des grandes évolutions climatiques envisageables en Méditerranée sur le siècle à venir, en nous concentrant sur les températures, les régimes de précipitations et les variations du niveau de la mer. Cela nous conduira (partie 3) à présenter les impacts physiques induits et à nous pencher sur leurs conséquences sur les ressources naturelles et les activités humaines. Nous entrerons ensuite davantage dans le cœur du sujet de l'adaptation, tout d'abord en proposant quelques éléments de

¹ Groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat (en anglais, IPCC)

² En anglais, UNFCCC (*United Nations Framework Convention on Climate Change*).

³ En anglais, *Conference of the Parties* (COP).

cadre nécessaires (partie 4). En prenant soin d'ancrer la réflexion dans les grandes tendances autres que climatiques d'ores et déjà à l'œuvre en Méditerranée (économiques, démographiques...), il s'agira de montrer quels liens existent entre adaptation et mitigation, quels enjeux sont liés à la distinction entre variabilité climatique et changement climatique, qui sont les acteurs et les populations cibles de l'adaptation, et en quels termes la question des mouvements migratoires se pose. Un regard plus pragmatique sera ensuite développé (partie 5) qui s'attachera à présenter quelques exemples de stratégies et de projets déjà existants en Méditerranée, puis à proposer des recommandations, sous forme de grands principes, pour la mise en œuvre de l'adaptation.

2. Ce que la science du climat nous dit... et ce qu'elle ne nous dit pas

Cette première partie propose un point sur les bases scientifiques qui permettent aujourd'hui de dire à quelles évolutions climatiques le bassin méditerranéen pourrait être confronté au cours du siècle à venir. Il s'agit de faire état des connaissances fournies par les travaux de modélisation climatique, notamment en termes de grandes tendances à l'échelle de la Méditerranée.

La science du climat nous enseigne, au travers de travaux de modélisation qui cherchent à passer progressivement de l'échelle planétaire à celle des grandes régions du monde, que le futur méditerranéen sera le théâtre de modifications importantes des conditions climatiques. Pour bien comprendre sur quoi sont basées les projections climatiques et les incertitudes qui en découlent, il est indispensable de rapidement décrire sur quelles bases scientifiques (modèles et scénarios) ces perspectives sont établies.

2.1. Modèles et scénarios

Les changements climatiques futurs dépendront de deux facteurs : les émissions de gaz à effet de serre (qui renvoient directement aux trajectoires de développement) et la réponse du système climatique à ces émissions. Afin d'élaborer des projections climatiques, les scientifiques mettent au point des scénarios d'émissions futures et des modèles climatiques. Les premiers relèvent majoritairement du domaine des sciences économiques, sociales et technologiques, et les seconds des sciences physiques et biologiques.

2.1.1. Scénarios d'émissions

L'intensité du changement climatique à venir dépend non seulement de nos émissions passées et actuelles de gaz à effet de serre (GES), mais aussi de nos émissions futures. Ainsi, plus nos émissions tarderont à diminuer, plus le changement climatique sera important et prolongé dans le temps. Pour avoir une idée du climat à l'horizon du demi-siècle ou du siècle à venir, il est donc nécessaire de savoir quelles seront ces émissions futures. Or, celles-ci sont fonction de facteurs économiques, technologiques et sociaux complexes, et de choix politiques encore incertains. Il n'est donc pas possible d'établir avec quelque précision que ce soit quels niveaux elles atteindront aux horizons 2100, 2050 ni même 2020. Il est alors nécessaire d'avoir recours à des scénarios d'émissions qui ne répondent donc pas à la question « *quelles seront les émissions de gaz à effet de serre futures ?* » mais rendent possibles le travail des climatologues sur la question « *comment le climat changera-t-il si ces émissions suivent telle ou telle tendance ?* ». Les scénarios d'émissions ne doivent ainsi en aucun cas être pris pour des prévisions aux probabilités de réalisation plus ou moins fortes.

Ces scénarios d'émissions sont utilisés par les scientifiques comme base de travail pour leurs simulations climatiques : les modèles climatiques en déduisent des scénarios sur l'évolution future de l'effet de serre à l'échelle du globe, puis sur le climat. Pour simplifier la comparaison des résultats de ces modélisations, le GIEC utilise des scénarios « standards » qui ont été définis en 2000 (Nakicenovic & Swart, 2000) et qui sont connus sous le nom de « scénarios SRES » (*Special Report on Emissions Scenarios*). Il y a six scénarios d'émissions standardisés (Encadré 1), qui reflètent différentes trajectoires de croissance économique et démographique, de mondialisation, de progrès

technologiques et de diffusion de ces progrès⁴. Des simulations climatiques sont réalisées sur la base de ces différents scénarios et donnent pour chacun une image de l'évolution du climat au cours du siècle à venir. On comprend dès lors combien il est fondamental d'appréhender les projections de changement climatique (augmentation des températures globales moyennes, par exemple) en faisant à chaque fois référence au(x) scénario(s) considéré(s).

La figure 1 montre l'évolution des émissions et la croissance de la température globale en fonction des différents scénarios SRES. On voit bien ici à quel point le scénario d'émissions utilisé joue un rôle important. Par ailleurs, il convient de noter qu'entre 2000 (date de parution des scénarios SRES) et aujourd'hui, la croissance des gaz à effet de serre a été légèrement supérieure au plus pessimiste des scénarios d'émissions.

Six scénarios sont utilisés pour les simulations du GIEC. Ils couvrent un large panorama de caractéristiques-clés futures, comme les changements démographiques, le développement économique et le changement technologique. Aucun scénario n'est considéré comme plus probable que les autres.

Scénarios A1. Trois scénarios sont regroupés sous cette famille. Ils décrivent tous une croissance économique très rapide, une population globale qui plafonne en 2050 et l'introduction rapide de technologies plus efficaces ; les grandes régions du monde convergent économiquement et interagissent fortement. Les trois scénarios se distinguent par l'intensité technologique de leur secteur énergétique : très intensif en ressources fossiles (**A1FI**), recours rapide et exclusif à des sources non fossiles (**A1T**) ou mix énergétique équilibré (**A1B**).

Scénario A2. Le monde est très hétérogène (affaiblissement du mouvement de mondialisation), la population globale croît constamment et la croissance économique comme le changement technologique sont fragmentés et lents.

Scénario B1. Les régions du monde convergent rapidement, la population mondiale plafonne en 2050, et la structure économique se tourne rapidement vers une économie de service et d'information (moins intensive matériellement et plus efficace énergétiquement) et vers un développement durable global.

Scénario B2. La population mondiale est en croissance continue, le développement économique et le changement technologique sont à des niveaux intermédiaires, et la recherche d'un développement durable se fait à un niveau plus local.

Encadré 1. Les six scénarios d'émissions SRES

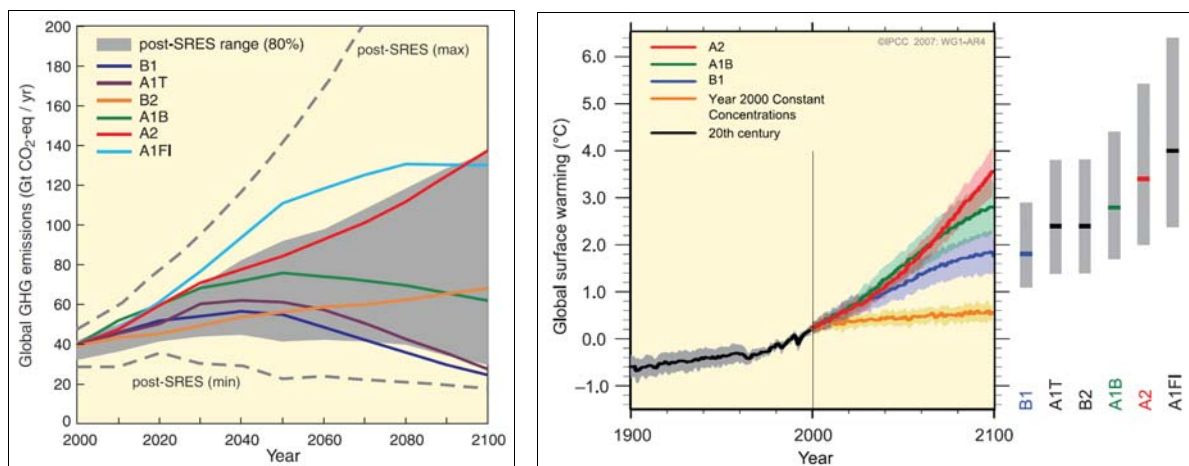


Figure 1. Émissions de GES et croissance de température à l'échelle mondiale en fonction des différents scénarios SRES (Source : IPCC, 2007a).

⁴ Notons que ces scénarios ne prennent donc pas en compte en tant que telles les politiques actuelles et futures de réduction des émissions de gaz à effet de serre (même si la dimension technologique par exemple peut en être une conséquence).

Les scénarios d'émissions sont souvent confondus, à tort, avec les scénarios climatiques sous la dénomination commune de « scénarios du GIEC ». Les scénarios climatiques sont des représentations plausibles et parfois simplifiées d'un climat futur cohérent, construites sur la base des différentes projections climatiques produites par les scientifiques. Ils servent souvent d'éléments de base aux analyses d'impact du changement climatique. Les scénarios d'émissions et les scénarios climatiques n'interviennent donc pas au même moment dans la chaîne scientifique de l'analyse du changement climatique.

2.1.2. Modèles climatiques

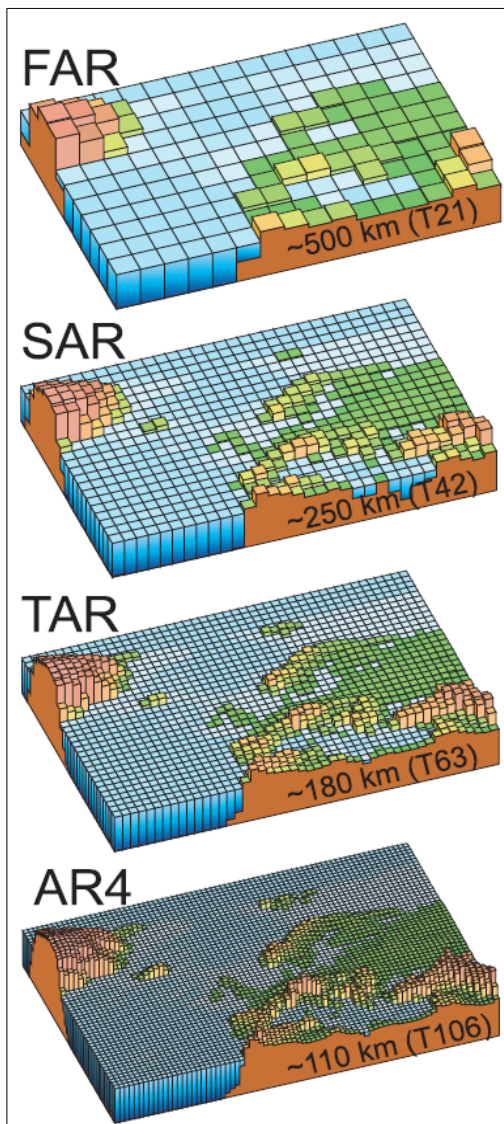
Les modèles climatiques demeurent mal compris en dehors des cercles scientifiques qui les utilisent. On appelle généralement « modèles climatiques » les modèles numériques qui sont chargés de nous renseigner sur l'évolution du climat, plutôt que les modèles physiques qui sont, eux, un ensemble de lois physiques que l'on suppose régir le système climatique. Ces modèles numériques sont à l'heure actuelle le seul outil dont on dispose pour avoir une représentation plausible des climats futurs. Basés sur les processus physiques qui régissent les circulations et interactions des différentes composantes du système climatique, ils sont une représentation forcément simplifiée du monde réel. Leur fonctionnement est limité d'une part par les capacités de calcul et de stockage des données des supercalculateurs dont nous disposons aujourd'hui, d'autre part par notre compréhension des phénomènes physico-chimiques étudiés, si bien qu'un certain nombre de choix de simplification doivent être faits. L'augmentation progressive de la puissance des supercalculateurs et une meilleure compréhension des phénomènes à l'œuvre ont cependant permis une complexification progressive des modèles. À l'heure actuelle les modèles les plus complexes sont les modèles couplés de circulation générale atmosphère-océan (AOGCM).

La communauté scientifique s'est attachée ces trente dernières années à rendre les modèles de plus en plus « réalistes » (en augmentant le nombre de processus physiques pris en compte, la durée des simulations et leur résolution spatiale) et à les valider. Les premiers modèles numériques du climat développés dans les années 1970 étaient d'abord limités aux contributions du dioxyde de carbone (CO₂) et de la vapeur d'eau (H₂O). Ils ont ensuite été améliorés en y incorporant le relief de la surface terrestre et, de manière plus limitée, le rôle des nuages et de la cryosphère (calottes glacières, glaciers, banquise, neige...).

Puis les éditions successives des rapports du GIEC ont été accompagnées d'autres avancées plus nettes encore, avec une prise en compte progressive d'un océan « plat » et de ses interactions avec l'atmosphère pour le premier rapport (IPCC First Assessment Report, FAR, 1990) ; de l'activité volcanique, de quelques aérosols et d'un océan en trois dimensions avec certaines circulations internes pour le second rapport (IPCC Second Assessment Report, SAR, 1995) ; l'incorporation du cycle du carbone, du cycle de l'eau, de l'ensemble des aérosols et d'une circulation océanique plus complexe pour le troisième rapport (IPCC Third Assessment Report, TAR, 2001) ; et, enfin, la modélisation partielle de la végétation et de ses interactions avec le climat, et de la chimie atmosphérique dans le quatrième et dernier rapport (IPCC Fourth Assessment Report, AR4, 2007).

Ces innovations ont été apportées en même temps qu'une complexification graduelle de la modélisation des processus déjà pris en compte. Parallèlement, la résolution des modèles a progressivement été augmentée. Pour des raisons purement techniques de capacité de calcul, les modèles ne peuvent pas être paramétrés pour développer des calculs en tous les points du globe et de l'atmosphère ; il faut se contenter d'un nombre limité de points. L'ensemble de ces points reliés entre eux forme un maillage en trois dimensions dont la taille de la maille est variable d'un modèle à l'autre. À l'heure actuelle les modèles globaux utilisent des mailles dont la largeur est de l'ordre de 100 km. La figure 2 illustre les effets sur la représentation du relief euro-méditerranéen des différents maillages utilisés dans les rapports successifs du GIEC.

Figure 2. Le principe du *downscaling* dans les rapports du GIEC.



Les modèles n'offrent donc pas une représentation continue mais discrète (point par point) de la surface du globe ou de l'atmosphère, et il faut extrapoler les valeurs calculées entre deux points d'une maille. Cette approximation des calculs, bien qu'en affinement constant, reste problématique pour évaluer les impacts du changement climatique à l'échelle locale. Des modèles régionaux sont donc construits qui se distinguent des modèles globaux par le fait qu'ils se concentrent sur une région spécifique du globe et permettent de réduire la taille du maillage utilisé. Ces modèles régionaux ne peuvent cependant pas fonctionner en autarcie, indépendamment d'une compréhension globale des processus climatiques.

Trois systèmes – dits de descente d'échelle (*downscaling*) – permettent de prendre en compte les processus globaux dans les modèles régionaux. Le premier est le système de la maille variable qui permet de modifier la taille de la maille du modèle suivant sa position sur le globe : petite au niveau de la région à étudier, elle est beaucoup plus grande à son antipode. Le second système est « l'accrochage » du modèle régional à un modèle global : le modèle global force alors le système régional en un certain nombre de points et permet ainsi aux simulations régionales de prendre en compte les phénomènes globaux. Une troisième méthode, dite empirique ou statistique, consiste à utiliser des relations liant des variables atmosphériques globales et des variables climatiques locales ou régionales. Les informations climatiques locales sont alors dérivées des variables atmosphériques données par les modèles globaux.

Les modèles climatiques présentent donc des limites en matière de prévision du climat.

Représentant de manière incomplète notre compréhension – elle aussi inaboutie – des mécanismes physiques à l'œuvre et devant prendre en compte des évolutions sociétales difficilement prévisibles, ils ne peuvent pas être crédités d'un pouvoir de prédiction qu'ils n'ont pas. Ils ont encore des marges de progrès substantielles liées à la fois aux limitations de la puissance de calcul disponible et aux limites actuelles de la connaissance scientifique. En particulier, la représentation des nuages, de certaines variabilités tropicales et de détails régionaux est encore à améliorer. Cela dit, certains phénomènes physiques sont fondamentalement imprévisibles et chaotiques à mesure que l'échelle considérée décroît : ils représentent des limites *a priori* indépassables à l'affinement des modèles. En outre, dans certains cas, une meilleure compréhension de ces phénomènes peut imposer un accroissement des incertitudes.

Malgré tout, quatre éléments permettent d'accorder un crédit certain aux modèles (Randall *et al.*, 2007). Le premier élément est que ces modèles numériques sont fondés sur des lois physiques établies (comme la conservation de la masse et de l'énergie) et sur une profusion d'observations. Le second tient dans l'excellente capacité des modèles à simuler des aspects importants du climat actuel. Le troisième élément de confiance réside dans l'aptitude de ces modèles à simuler les climats et les changements climatiques passés. Enfin, la complexification graduelle des modèles ne contredit pas les résultats obtenus avec des modèles plus simples. Au cours de plusieurs décennies de développement, les modèles ont systématiquement et sans ambiguïté montré qu'une

augmentation des émissions de gaz à effet de serre s'accompagnait d'un réchauffement significatif à l'échelle du globe.

Précisons enfin que pour produire ses rapports et les scénarios climatiques qui les accompagnent, le GIEC utilise 23 modèles de type AOGCM (les plus complexes), provenant de différents centres de recherche. Ces modèles⁵ se distinguent par leur paramétrisation⁶, et leurs différences résultent avant tout de choix documentés faits par les équipes scientifiques qui les conçoivent. L'utilisation de ces 23 modèles permet au GIEC de produire des résultats plus robustes parce que moins dépendants de choix de paramétrisation : loin d'augmenter l'incertitude, cette méthodologie permet de la réduire et d'en préciser les marges.

2.1.3. Les incertitudes relatives à la science du climat

On distingue globalement quatre grandes sources d'incertitude concernant les valeurs auxquelles aboutissent les travaux de modélisation climatique (Terray et Braconnot, 2008). Ces sources concernent tant les modèles globaux (AOGCM) que les modèles régionaux, la descente d'échelle tendant en elle-même à renforcer le degré d'incertitude par l'ajout d'un niveau de complexité dans les rétroactions de composantes prises en compte.

La première source d'incertitude est liée aux émissions de gaz à effet de serre, elles-mêmes déterminées par les évolutions socioéconomiques, c'est-à-dire indirectement par les comportements sociétaux et les avancées en termes d'innovation dans divers domaines (efficacité énergétique, transport...). Globalement, cette source se traduit par une appréhension nécessairement très approximative de la trajectoire des émissions de GES dans le futur (demi-siècle et siècle à venir).

La deuxième source est strictement liée au fonctionnement des modèles et on parle d'incertitudes « structurelles ». Elles sont inhérentes en premier lieu à la structure même des modèles (forme des équations) qui, comme nous l'avons vu précédemment, ne peuvent prendre en compte l'intégralité des processus climatiques à l'œuvre. Une seconde cause d'incertitudes structurelles réside en des différences de paramétrisation d'un modèle à un autre, c'est-à-dire à la variation du jeu de données et de leur pondération dans le modèle.

Une troisième source relève de l'imprévisibilité sur le long terme de la variabilité climatique naturelle. Outre les sécheresses, les inondations ou encore les tempêtes, cela concerne aussi les phénomènes du type ENSO (*El Nino Southern Oscillation*) et NAO (*North Atlantic Oscillation*) : liés à une perturbation de la circulation atmosphérique, ils s'expriment principalement par des modifications des zones de précipitations et une inversion des courants marins, ce qui par ailleurs influe sur l'équilibre atmosphérique à différentes échelles. Or, si l'on est capable désormais de prévoir ces phénomènes sur un temps relativement court (en général un an à l'avance), il est impossible de prédire si, à l'horizon de plusieurs décennies, telle année sera par exemple une année ENSO ou pas. Rien n'indique par ailleurs qu'une meilleure connaissance sur les changements climatiques atténuera cette difficulté.

Enfin, une dernière source d'incertitude qui doit être rappelée ici touche à la descente d'échelle, laquelle repose sur des méthodologies visant à identifier des évolutions climatiques locales à partir des éléments ressortant des modèles globaux. La principale difficulté est alors d'intégrer les phénomènes locaux de variabilité climatique, eux-mêmes inhérents aux caractéristiques propres des espaces à grande échelle et à leurs interactions (taux de salinité des eaux marines, type de végétation terrestre, nature du réseau hydrographique, pédologie....).

⁵ Notons que deux modèles sont fournis par la France (par l'intermédiaire de Météo-France et de l'Institut Pierre Simon Laplace), deux par l'Allemagne (avec le Max Planck Institute for Meteorology et le Meteorological Institute of the University of Bonn, en partenariat avec le Meteorological Research Institute of the Korea Meteorological Administration), et deux par le Royaume-Uni (tous deux du Hadley Centre for Climate Prediction and Research).

⁶ Approximation des lois physiques à l'œuvre, méthode de discrétisation mathématique, résolution spatiale, représentation de processus insuffisamment documentés.

2.2. Les évolutions climatiques envisageables

Sur ces bases scientifiques, trois composantes principales du système océan/atmosphère sont en proie aux futures grandes évolutions climatiques : les changements concernent les températures (de l'air et de la mer), les régimes de précipitations et le niveau de la mer.

2.2.1. L'évolution des températures de surface

La tendance d'ensemble sera au réchauffement du climat : concernant l'augmentation de la température de l'air à l'échelle du globe, la fourchette des probables, pour les 6 scénarios SRES⁷ et les 23 modèles aujourd'hui utilisés dans le cadre du GIEC, se situe entre + 1,1°C et + 6,4°C d'ici la fin de ce siècle. Si une telle augmentation peut *a priori* paraître peu élevée, il faut avoir conscience que « 5°C seulement nous séparent de la dernière période glaciaire » (Van Grunderbeeck et Tourre, 2008, p. 1-13). Cette élévation de quelques degrés doit être entendue dans ses implications au niveau des composantes de l'atmosphère, de l'océan et de la surface terrestre, et de leurs interactions⁸.

À l'échelle du bassin méditerranéen, il est probable que la croissance de la température moyenne annuelle soit légèrement plus marquée qu'au niveau mondial (Hallegatte *et al.*, 2007 ; Van Grunderbeeck et Tourre, 2008). En considérant l'ensemble des scénarios SRES, cette croissance moyenne est estimée comprise entre environ 2°C et 6,5°C d'ici la fin du siècle. Quant aux variations saisonnières, elles resteront importantes même si l'augmentation des températures sera très probablement plus marquée en hiver qu'en été. À cela s'ajoutent enfin des variations infrarégionales : en automne par exemple, l'ouest du bassin devrait être caractérisé par une élévation de température légèrement plus marquée que le reste du bassin, alors que ce constat devrait s'inverser sur la période estivale pour concerner davantage les pays du Sud et de l'Est.

Cette croissance des températures moyennes se répercutera en partie sur l'évolution de la température de la surface de la mer, avec des implications sur les dynamiques de la basse atmosphère (jeu des dépressions et anticyclones) et indirectement sur les précipitations et les habitats naturels. Bien que le réchauffement de la surface de la mer, également conditionné par la circulation des masses d'eau, sera moindre que celui de l'air (l'inertie thermique de la mer est plus grande que celle de l'air), l'augmentation moyenne attendue se situera tout de même aux alentours de + 2°C à + 4°C d'ici le dernier quart du XXI^e siècle (Hertig et Jacobeit, 2007 ; Somot *et al.*, 2007, basé sur le scénario A2) (Figure 3). Ce réchauffement généralisé jouera sur le volume général de la masse d'eau méditerranéenne, puis indirectement sur les habitats côtiers et marins et les écosystèmes associés. Mais là encore des différences devront être considérées, avec notamment une augmentation des températures moyennes plus forte pour les mers Adriatique et Égée, et plus modérée au niveau du bassin Levantin (Tableau 1).

Enfin, la croissance couplée des températures moyennes de l'air et de la mer influenceront, en même temps qu'elles seront influencées par, les régimes régionaux et locaux de précipitations. On voit ici combien les composantes du système océan/atmosphère interagissent, et donc combien leur prise en compte commune est nécessaire à l'identification des effets du changement climatique sur les écosystèmes, les sociétés et les territoires méditerranéens.

⁷ Qui ne représentent pas, loin s'en faut, toutes les trajectoires possibles d'émission de GES.

⁸ On rappelle souvent, par exemple, qu'une élévation de température de 1°C se traduirait probablement par une migration des zones écologiques d'environ 100 km vers le nord et de 150 m en altitude.

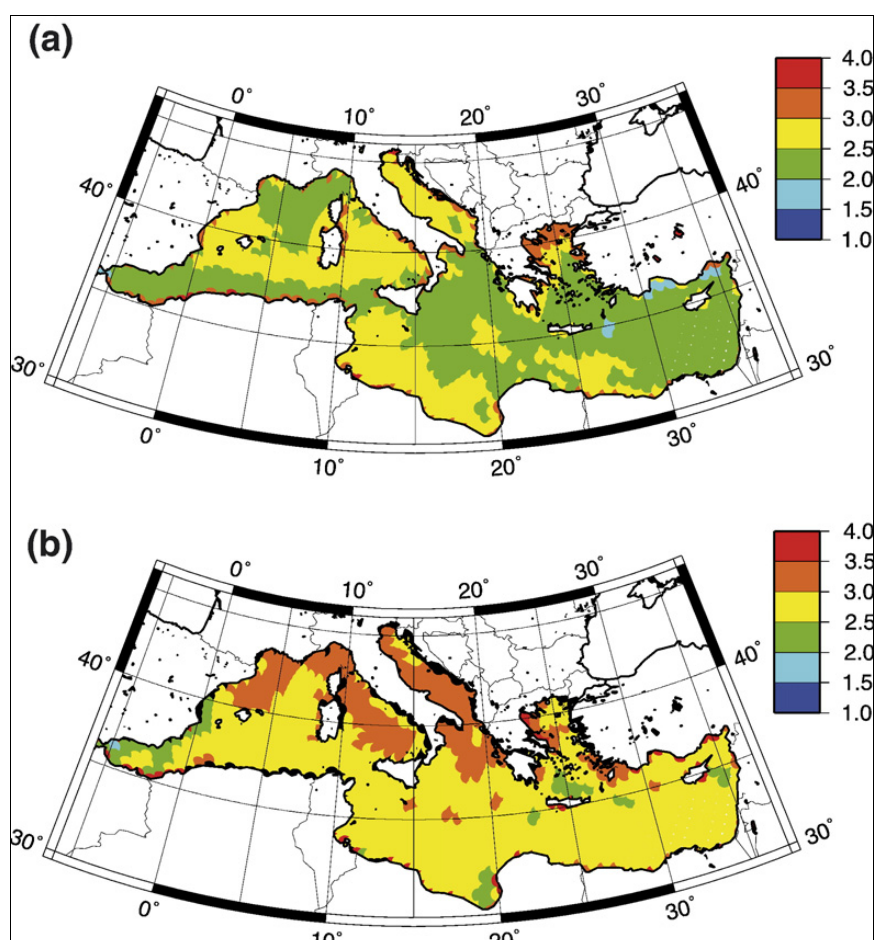


Figure 3. Changement prévisible des températures de surface de la mer en hiver (a) et en été (b) en 2070-2099 par rapport à 1961-1990 (Source : Somot *et al.*, 2007)

	T	Augm. T (est. – obs.)	S
Mer Méditerranée			
Observée (obs.)	19,7	+ 2°C	38,16
Estimée (est.)	21,7		38,61
Golfe du Lion			
Observée (obs.)	17,7	+ 2,1°C	37,90
Estimée (est.)	19,8		38,34
Bassin Levantin			
Observée (obs.)	21,4	+ 1,9°C	39,06
Estimée (est.)	23,3		39,47
Mer Adriatique			
Observée (obs.)	17,7	+ 2,5°C	37,76
Estimée (est.)	20,2		39,19
Mer Égée			
Observée (obs.)	17,9	+ 2,2°C	38,32
Estimée (est.)	21,1		39,31

Source : Groupe MEDAR/MEDATLAS, 2002

Tableau 1. Température de la surface de la mer (T, en °C) et salinité à la surface de la mer (S, en psu – *practical salinity unit*) estimées pour la fin du XXI^e siècle (d'après Van Grunderbeeck et Tourre, 2008).

2.2.2. L'évolution des régimes de précipitations

Les projections sur les régimes de précipitations sur le siècle à venir et en fonction des différents scénarios SRES sont encore plus délicates à établir, notamment parce qu'elles dépendent plus encore que la température des conditions spécifiques qu'offre le bassin méditerranéen.

Globalement, d'ici les deux dernières décennies du XXI^e siècle en comparaison des deux dernières du XX^e siècle, les modèles suggèrent une réduction des précipitations moyennes régionales, dans une fourchette allant de - 4 % sur les rives Nord à - 27 % sur les rives Sud (scénario A1B) (Christensen *et al.*, 2007). On s'attend cependant à ce que cette diminution généralisée ne soit pas homogène sur l'année (Figure 4), avec une période estivale probablement plus affectée que l'hiver : de juin à août, entre presque - 5 % au sud-est et plus de - 30 % à l'extrême ouest et au nord-ouest ; sur les mois de décembre à février, de plus de - 20 % dans le sud-est du bassin à une légère augmentation des moyennes dans le nord-ouest. Il en résulte un risque de sécheresses estivales accru sur l'ensemble du bassin : on estime en effet qu'à l'horizon 2080-2099, près d'une année sur deux pourrait être considérée comme sèche.

En parallèle, on notera à la lecture de la figure 4 que de fortes variations spatiales opèreront aux échelles infrarégionales. Autant en été la réduction des précipitations affectera l'ensemble des pays du bassin méditerranéen, autant en hiver une gradation davantage Nord/Sud apparaît, notamment avec le nord du bassin plus épargné. À une échelle plus fine encore, ces variations seront probablement accentuées ou atténuées en raison de l'influence de la topographie et des phénomènes de microclimats, sans que l'on puisse toutefois aujourd'hui en dire plus.

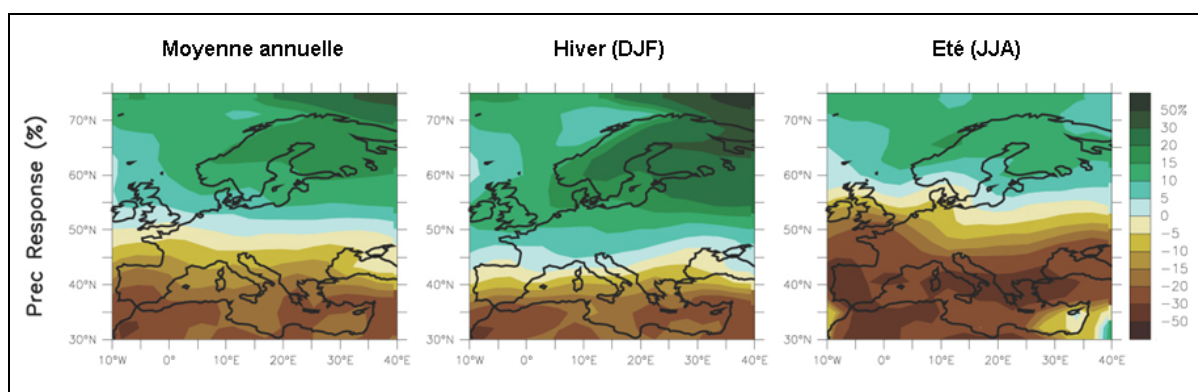


Figure 4. Évolution des précipitations en Méditerranée et en Europe en 2080-2099 comparées à la période 1980-1999, suivant un scénario d'émissions A1B (Source : IPCC, 2007b)

2.2.3. L'évolution du niveau de la mer

C'est sans doute concernant l'élévation du niveau de la mer que les projections sont les plus incertaines, alors même que c'est l'une des conséquences du changement climatique les plus médiatisées, surtout en Méditerranée où les littoraux jouent un rôle crucial dans le développement des pays riverains (croissance démographique, urbanisation, littoralisation, tourisme...). Rappelons par ailleurs que schématiquement, la montée généralisée du niveau des mers est une conséquence à la fois de l'augmentation de la quantité d'eau des océans du fait de la fonte progressive des glaciers et des calottes glaciaires, et surtout d'une dilatation de la masse d'eau océanique en raison de l'accroissement de sa température.

Si la Terre a connu de multiples épisodes de variations du niveau de la mer au cours de son histoire, celles attendues dans les décennies à venir présentent la particularité de s'annoncer extrêmement rapides. Les modèles globaux utilisés dans le cadre du GIEC s'accordent ainsi sur une fourchette d'élévation à l'échelle du globe comprise, pour l'ensemble des scénarios SRES, entre 18 cm et 59 cm à l'horizon 2100, alors qu'elle n'a été pour la Méditerranée que de 11 à 13 cm sur l'ensemble du XX^e siècle. Mais les marges d'incertitude restent extrêmement fortes, notamment en ce qui concerne les rythmes de la fonte des glaces (Figure 5). Ainsi, des hypothèses évoquent aussi,

sur la base d'arguments scientifiquement fondés, des ordres de grandeur d'élévation du niveau de la mer de plus d'un mètre sur le siècle en cours à plusieurs dizaines de mètres sur des échelles de temps plus longues (Hansen, 2007 ; Rahmstorf *et al.*, 2007). Si bien qu'aujourd'hui, il semble sage de considérer que « aucune estimation robuste ne peut être donnée pour la mer Méditerranée » (Hallegatte *et al.*, 2007). De fait, on ne considèrera ici que les chiffres fournis par le GIEC.

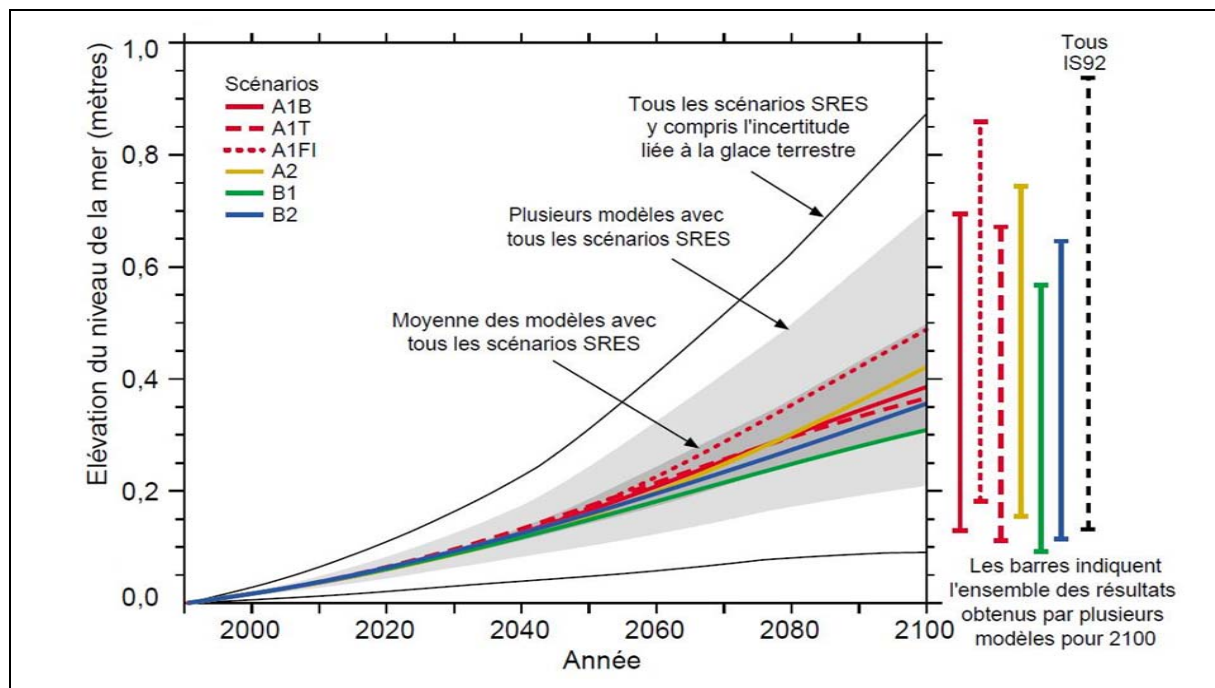


Figure 5. Incertitudes sur l'élévation attendue du niveau de la mer au cours du XXI^e siècle (IPCC, 2001)

Concernant le bassin méditerranéen, l'intéressant n'est encore une fois pas tant dans la valeur chiffrée de la moyenne régionale que dans les différences infrarégionales, pour deux raisons principales. La première est qu'à l'heure actuelle, des différences de niveau marin existent déjà (Figure 6), avec notamment un rythme d'élévation sur le court terme plus marqué dans la partie est du bassin (entre + 5 et + 15 mm/an contre moins de + 5 mm/an dans la partie occidentale, par exemple). La seconde raison tient à un ensemble de caractéristiques propres à la mer Méditerranée qui seront elles-mêmes affectées par les évolutions climatiques, amenant ainsi à une modification des conditions d'ensemble et donc à des changements de volume. En particulier, on évoquera le niveau de salinité, le jeu des pressions atmosphériques, les rapports de bilan hydrique (évapotranspiration, apports par les cours d'eau, échanges avec l'Atlantique) ou encore l'influence des courants dominants (Hallegatte *et al.*, 2007).

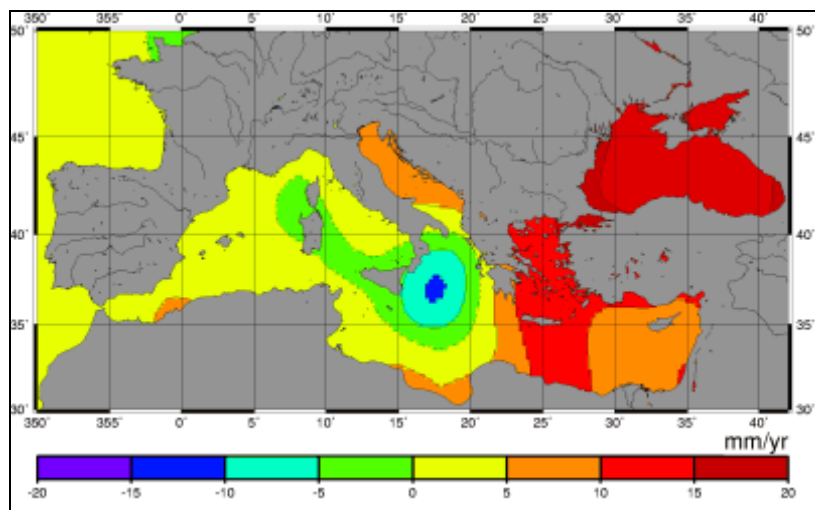


Figure 6. Les variations du niveau de la mer observées entre 1992 et 1998 par le programme TOPEX/Poséidon (Source : LEGOS-GRGS-CNES)

3. Panorama des impacts attendus du changement climatique en Méditerranée

Si, comme nous venons de le voir, la question des tendances climatiques est délicate en raison de la multitude des facteurs à prendre en compte, la complexité est encore accrue lorsque l'on affine l'échelle de lecture pour évoquer la question des impacts du changement climatique. Les impacts sont en effet le fruit de la confrontation entre les grandes tendances concernant les températures, les précipitations et le niveau de la mer, et les conditions propres à l'espace affecté, soit, en ce qui nous concerne ici, les caractéristiques naturelles et anthropiques de la zone méditerranéenne. Il s'agit donc de proposer un bilan général des types d'impacts que l'on peut envisager, puis de discuter de leur pertinence en fonction des zones considérées. Il est cependant crucial, au préalable, de rappeler que la Méditerranée est déjà caractérisée par des environnements naturels fortement marqués par les pressions des sociétés qui s'y développent. Or, ces pressions ne feront que renforcer les problèmes inhérents aux changements climatiques, et inversement.

3.1. Conditions naturelles actuelles et pressions anthropiques

Les conditions actuelles renvoient à la fois aux caractéristiques naturelles du bassin méditerranéen et aux activités humaines qui s'y sont développées depuis plusieurs millénaires, d'une manière particulièrement non durable sur les cinq dernières décennies (Benoit et Comeau, 2005).

Le bassin méditerranéen se caractérise par diverses spécificités climatiques et environnementales qui incluent notamment une disponibilité structurellement faible de la ressource en eau. Cette situation relève en grande partie d'un contexte climatique qui voit l'affrontement sur l'année de trois grandes masses d'air aux caractéristiques bien différentes : un air tropical sec d'Afrique saharienne ; une masse d'air dynamique sur l'Europe continentale ; et une masse d'air chargée en humidité venue de l'Atlantique (Villeveille *et al.*, 1997). Cette configuration induit un régime pluviométrique très irrégulier à la fois dans l'espace et dans le temps. On note ainsi que les pays riverains du Sud ne reçoivent que 10 % à 13 % des précipitations moyennes annuelles du bassin. Au même titre que les pays de la rive Est, ils sont donc caractérisés par une aridité très marquée, notamment en Libye et en Égypte. Les rives Nord offrent quant à elles des conditions plus tempérées et les contrastes zones littorales/terres intérieures y sont plus marqués que dans les pays du Sud, par exemple. Mais au-delà de cette lecture régionale, il est important de noter que « *le climat méditerranéen [recèle] toute une gamme de nuances par suite de l'extension latitudinale et longitudinale du bassin, de la configuration tourmentée du relief, de l'intrication des terres et de la mer, de la présence de nombreuses îles et de l'effet adoucissant d'une mer relativement chaude* » (Lanquar *et al.*, 1995, p. 38). Ainsi, les contrastes peuvent être particulièrement marqués entre des endroits comme Djerba en Tunisie (pluviométrie d'environ 100 mm/an) et une ville comme Gênes en Italie (1 200 mm/an). L'irrégularité temporelle se traduit

quant à elle par des pluies relativement abondantes entre l'automne et le printemps, et beaucoup plus rares durant l'été.

Cette situation d'ensemble, bien que très schématiquement brossée ici, conduit notamment à l'existence assez marquée à l'échelle du bassin d'aléas naturels d'origine climatique et hydrométrique. On pensera bien sûr en particulier aux inondations et aux sécheresses. Mais il est nécessaire à ce stade et avant d'aborder la question des impacts du changement climatique, de préciser que ces contraintes naturelles ne sont véritablement des problèmes que par leur confrontation avec les effets du développement – pression directe sur les ressources, et exposition croissante des sociétés aux aléas. Il en résulte une augmentation constante du risque naturel en Méditerranée. On peut par exemple rappeler que la pression démographique⁹, l'intensification agricole, l'industrialisation et une urbanisation à la fois intense et mal maîtrisée¹⁰ exercent aujourd'hui une pression considérable sur les écosystèmes et la ressource en eau (Benoît et Comeau, 2005). Les estimations du Plan Bleu montrent notamment que la demande en eau a doublé sur la seconde moitié du XX^e siècle, portant la consommation régionale à 290 km³/an et renforçant les menaces de pénurie.

Ajoutons également, sans entrer dans le détail, que les sols méditerranéens tendent à être par nature assez instables et que les défrichements qu'ils ont subis notamment au cours des dernières décennies ont considérablement aggravé les problèmes d'érosion (Maurer, 1985 ; De Franchis, 2003). De même que la disponibilité en eau douce, originellement assez faible, est soumise à une pression importante du fait des besoins croissants de consommation au sein du bassin (agriculture, consommation domestique, industrie...) (Troin, 1985 ; Margat et Treyer, 2004).

Enfin, rappelons que la Méditerranée est également exposée à des aléas naturels non climatiques, au premier rang desquels tremblements de terre et tsunamis résultent d'une activité tectonique intense. Il s'agit là de facteurs de risque dont il est tout aussi important de tenir compte dans les stratégies de développement que de ceux relevant de processus climatiques (Villeveille *et al.*, 1997). D'autant que les effets de l'aléa tsunami, par exemple, seront accentués du fait de l'élévation du niveau moyen de la mer.

3.2. Les impacts du changement climatique

Les évolutions des températures, des précipitations et du niveau de la mer sur les décennies et le siècle à venir se traduiront par divers impacts physiques (aléas) dont les rythmes de survenue seront pour certains graduels, pour d'autres plus ponctuels. Ces perturbations ne seront toutefois pas forcément nouvelles, nombre d'espaces méditerranéens étant déjà en proie à certains de ces aléas. La « nouveauté » du changement climatique résidera principalement en une intensification de ces perturbations et de leur occurrence, estimée « très probable » par les modèles climatiques globaux. Cette perspective pose surtout problème de par ses conséquences, si bien qu'au-delà de la description des impacts attendus des évolutions climatiques, c'est l'existence de « chaînes d'impacts » qu'il faut souligner, c'est-à-dire d'enchaînements de répercussions depuis les impacts climatiques jusqu'aux activités humaines, en passant par les ressources naturelles (Figure 7).

Le panorama proposé ici n'est pas exhaustif car la complexité des chaînes d'impacts est considérable et parfois encore mal connue. Il s'agit seulement de donner un aperçu de cette complexité en montrant comment les évolutions climatiques affecteront indirectement quelques secteurs-clés de l'économie méditerranéenne, mettant en avant la question des inégalités socioéconomiques à l'échelle du bassin comme au sein de chacun de ses pays.

⁹ Entre 1970 et 2000, la population a augmenté de 50 %, pour s'élever à 428 millions de personnes en 2000.

¹⁰ 64 % des Méditerranéens vivaient en 2000 dans une ville ; ils seront 72 % en 2025.

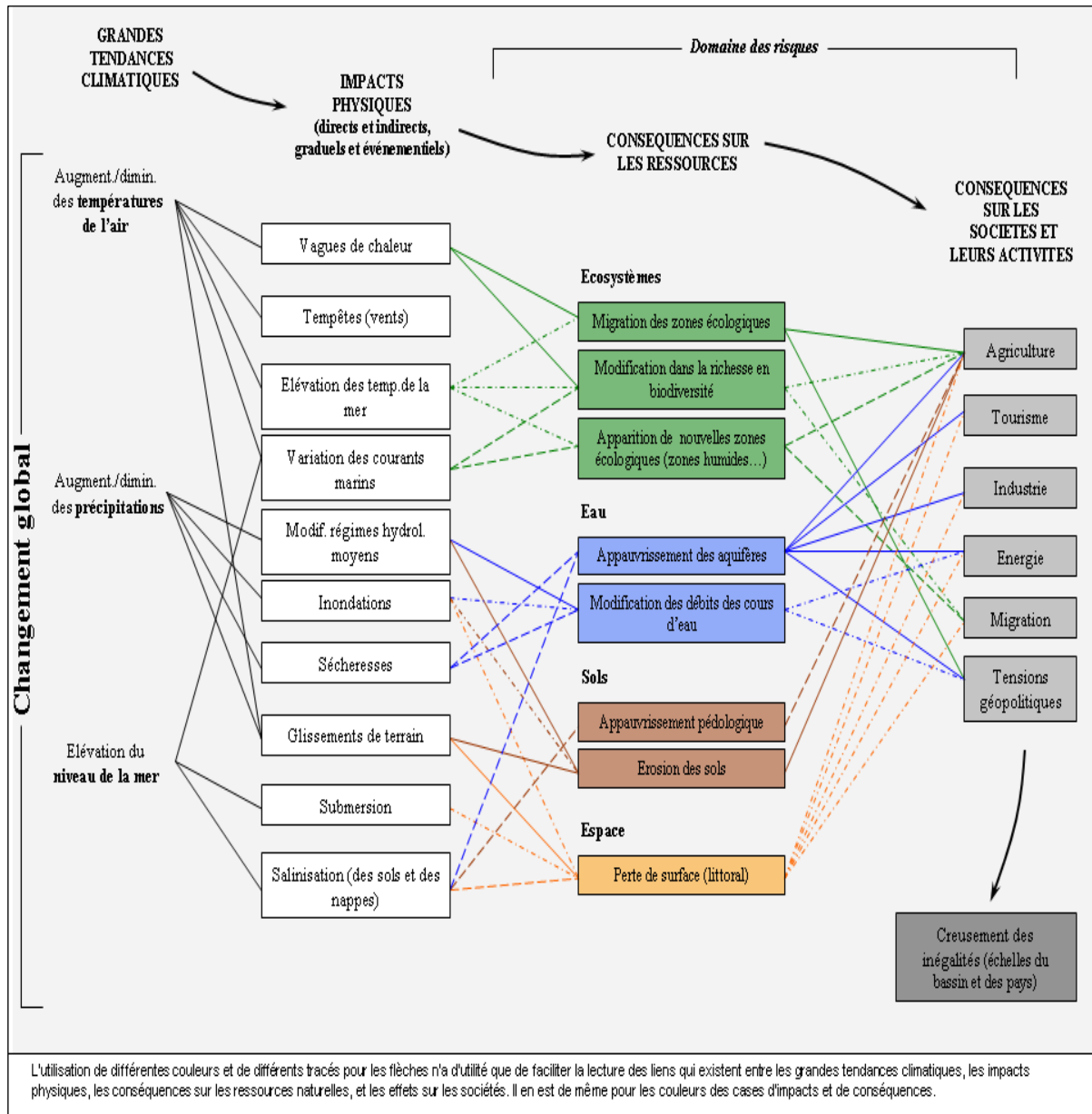


Figure 7. Quelques exemples de « chaînes d'impacts » mettant en évidence les conséquences des grandes évolutions climatiques à venir sur les activités humaines.

3.2.1. Les impacts physiques

On peut distinguer ici une dizaine de grands impacts physiques directement ou indirectement induits par les évolutions climatiques.

L'élévation des températures de l'air engendrera bien entendu un accroissement des températures moyennes de la surface de la mer, et plus indirectement une modification de la circulation des masses d'eau. La circulation des masses d'air de la basse atmosphère sera elle aussi soumise à changement (Tsimplis *et al.*, 2007) et cela se traduira probablement par une intensification des vents. On ne sait en revanche pas pour l'instant si les directions actuelles des vents dominants seront modifiées. Enfin, plus localement, des épisodes de fortes chaleurs se feront davantage sentir et même si cela reste tout à fait hypothétique, on peut supposer qu'en influant sur le couvert végétal et la stabilité des sols, ces épisodes se combineront aux précipitations pour expliquer des phénomènes de glissement de terrain. L'évapotranspiration (quantité d'eau totale transférée du sol vers l'atmosphère par l'évaporation au niveau du sol et par la transpiration des plantes) se trouvera également accrue.

L'évolution des précipitations perturbera quant à elle les régimes hydrologiques moyens, principalement au travers d'une modification des volumes d'eau reçus par les territoires méditerranéens, ce qui aura à son tour un effet sur les débits des cours d'eau ainsi que sur les zones de rétention d'eau (les lacs, par exemple). Un autre effet consistera, lorsque les précipitations tomberont de manière irrégulière et abrupte (pluies torrentielles), en une accentuation des problèmes d'inondation et d'érosion des sols. Des régions comme le sud de la France, par exemple, sont déjà régulièrement soumises à de tels événements extrêmes. Parallèlement, lorsque les précipitations se feront plus rares, les sécheresses se multiplieront, ce qui pose la question de l'avenir des régions qui sont déjà soumises à un stress hydrique et donc à des pénuries d'eau récurrentes (essentiellement les rives Sud et Est du bassin). Cependant, et c'est là que le poids des incertitudes sur les prévisions climatiques de long terme à l'échelle locale pose problème, les zones qui actuellement ne connaissent pas ou peu d'inondations et/ou de sécheresses n'en seront potentiellement pas affranchies, ce qui leur impose de se préparer progressivement à ces événements « inconnus ». Enfin, dans les zones les moins bien loties, une alternance d'inondations et de sécheresses pourra être observée, qui favorisera l'érosion et les glissements de terrain. On notera ainsi qu'un impact particulier résulte le plus souvent d'évolutions climatiques de natures différentes (températures, précipitations...).

L'élévation attendue du niveau de la mer générera quant à elle des phénomènes de submersion des côtes basses (sableuses et rocheuses, zones humides...) mais aussi d'intrusion d'eau marine dans les aquifères, d'où des problèmes de salinisation des nappes phréatiques. S'il reste difficile de prévoir une modification des courants côtiers – laquelle influencerait les dynamiques sédimentaires et donc les phénomènes d'érosion/engraissement des plages – on peut tout de même préciser que les conséquences de tels changements seront particulièrement accentuées dans le cas des côtes qui connaissent aujourd'hui un mouvement de subsidence, c'est-à-dire d'enfoncement progressif dû à l'absence d'accumulation de sédiments charriés par les grands cours d'eau ou, plus localement, par une urbanisation trop dense (effet poids et incidences du pompage des nappes). Si le cas est désormais très connu du grand delta du Bangladesh, la Méditerranée offre également quelques exemples, tel celui du delta du Nil en Égypte. À ceci près qu'en Méditerranée, les apports de sédiments terrigènes à la mer ont été considérablement perturbés au cours des dernières décennies par la construction de nombreux grands barrages (on pense notamment à celui d'Assouan). Si leur impact peut paraître positif du point de vue de la fourniture énergétique ou de l'irrigation, le revers de la médaille est qu'en bloquant à l'amont la majorité des sédiments (- 90% en cinquante ans), ces infrastructures ont considérablement aggravé le problème général de pénurie sédimentaire et indirectement d'érosion côtière. Sans compter qu'une littoralisation croissante des activités et des zones de peuplement a engendré la multiplication d'aménagements côtiers dont la plupart continuent d'avoir des effets catastrophiques en termes d'érosion des côtes.

On voit ici que des effets d'origines variées, à la fois naturelles et anthropiques, se combinent pour renforcer les menaces inhérentes aux changements climatiques attendus. Ce constat introduit l'idée qu'au-delà des grandes tendances, les facteurs locaux (topographie, pédologie, densité végétale, modes d'occupation humaine...) joueront un rôle considérable dans l'explication de la survenue ou non des impacts et dans l'ampleur de leurs conséquences. Parallèlement, la chose certaine est que tous les impacts présentés ici n'affecteront pas toutes les portions de territoire méditerranéen, ni de la même manière ni avec la même intensité. Des phénomènes tectoniques pourront par exemple jouer en faveur d'un exhaussement de certaines côtes (par exemple en Algérie, en Italie, en Grèce ou encore en Turquie), ce qui en retour tendra à atténuer les conséquences de l'élévation du niveau de la mer. Il faut donc aborder cette question des impacts du changement climatique en Méditerranée avec grande prudence et avoir conscience des limites des discours trop généralistes. Néanmoins, certains processus naturels existent qui permettent aujourd'hui d'entrevoir quelles logiques pourront œuvrer pour expliquer les impacts indirects du changement climatique sur les ressources naturelles du bassin. On peut ainsi présenter quelques « chaînes d'impacts ».

3.2.2. Effets sur les ressources naturelles...

Là encore l'objectif d'exhaustivité est vain et nous ne ferons référence qu'à quatre grands types de ressources importantes pour les activités humaines : les écosystèmes, l'eau, les sols et l'espace. Il ne s'agira pas ici de décrire chacun des liens présentés dans la Figure 7, mais de se focaliser sur quelques-unes des chaînes d'impacts de manière assez sommaire dans la mesure où l'objet principal de ce paragraphe est de montrer que les conséquences du changement climatique sur les ressources naturelles s'expliquent avant tout par des combinaisons d'effets.

Un premier exemple est celui de la perte d'espace qui menace certaines portions de côtes. Elle résulte soit directement de phénomènes de submersion ; soit plus indirectement d'une salinisation des sols et/ou d'inondations répétées. Ces phénomènes peuvent rendre « invivable » le lieu, ou tout du moins induire des contraintes d'aménagement telles, qu'en l'absence de ressources économiques suffisantes pour endiguer massivement, un abandon progressif de la zone devient la seule option envisageable sur le long terme. Cette perte d'espace a bien entendu aussi des conséquences sur la biodiversité (espèces, paysages...).

Un second exemple peut être celui des changements profonds qui risquent de survenir au niveau des écosystèmes et de leur richesse en termes de biodiversité. L'élévation progressive de la température terrestre comme marine va engendrer une modification des habitats naturels, par ailleurs déjà contraints en Méditerranée par des pressions intenses (pollution, surexploitation, dégradation des habitats, espèces envahissantes). Les conditions d'équilibre des écosystèmes seront ainsi bouleversées et beaucoup d'incertitudes pèsent encore sur la façon dont les différentes espèces arriveront ou non à s'adapter à ces changements – leurs propres rythmes d'évolution étant en effet moins rapides que ceux des changements climatiques attendus. Une perte massive de biodiversité, additionnelle à celle déjà projetée du fait des pressions humaines directes, est envisageable au cours du XXI^e siècle, avec une diminution drastique des services écosystémiques associés (fourniture d'eau douce, conservation des sols productifs, résistance face aux invasions nuisibles, pollinisation des plantes, reproduction des ressources halieutiques, modération de l'érosion côtière, régulation du climat...).

3.2.3. ... puis sur les activités humaines

Les liens avec les activités humaines dont donc souvent indirects mais potentiellement forts. La Figure 7 le montre en ciblant quelques grands secteurs de l'économie méditerranéenne : l'agriculture, le tourisme, l'industrie et la production d'énergie. Y sont intégrées les questions relatives aux migrations de population et aux relations géopolitiques, deux points qui découlent en partie des évolutions économiques et qui concentrent de fait beaucoup d'enjeux.

Il n'est pas utile d'explicitier ici les logiques qui sous-tendent les répercussions économiques des impacts des évolutions climatiques sur les ressources naturelles. Il est en revanche indispensable de rappeler que ces effets indirects du changement climatique se répercuteront sur l'évolution des inégalités socioéconomiques régionales et nationales. En retour, celles-ci rendront de plus en plus difficile la mise en place de stratégies collectives de lutte contre le changement climatique, tant en termes de réduction des émissions de gaz à effet de serre que d'adaptation. Dans la logique des chaînes d'impacts, cela nuira en retour à la réduction des conséquences physiques du changement climatique et de leurs effets dommageables sur les ressources et les activités anthropiques.

3.3. Les incertitudes relatives au fonctionnement des socio-écosystèmes

Comme nous l'avons vu dans la première partie, les incertitudes sur les modélisations climatiques se traduisent en incertitudes sur les tendances régionales et sous-régionales, elles-mêmes affectant les prévisions quant aux impacts concrets du changement climatique sur les milieux et les sociétés. Parallèlement, le fonctionnement complexe des systèmes naturels et/ou anthropiques ajoute un niveau d'incertitude puisque leurs réponses aux impacts sont elles-mêmes difficiles à anticiper – notamment parce qu'elles seront potentiellement très variables d'un lieu à un autre. Il existe donc une vraie difficulté à développer des travaux de prospective climatiques et socioéconomiques qui, aux échelles régionales à locales, permettent de disposer des connaissances scientifiques nécessaires pour prendre des décisions d'avenir informées.

La réaction des écosystèmes comme des sociétés aux stress climatiques, qu'il s'agisse d'événements extrêmes ou de modifications graduelles, doit également être intégrée en tant que source d'incertitude. Des éléments ont déjà été évoqués dans ce texte, mais rappelons que la plus grande source de questionnement demeure celle des rythmes d'adaptation des écosystèmes comme des sociétés face à la rapidité relative des changements climatiques et environnementaux à venir. C'est donc bien en leurs capacités d'adaptation que résident les incertitudes et les risques de perte de biodiversité et d'atteinte au devenir des communautés humaines. La richesse du bassin Méditerranéen, tant sur les plans de la diversité biologique que sur celui de la diversité socioculturelle et politique, apporte un degré supplémentaire de complexité : toutes les espèces et sociétés ne réagiront pas de la même manière.

Concernant spécifiquement les sociétés humaines, leurs capacités de réaction face à la menace climatique pose question : seront-elles capables de réduire leurs émissions de GES dans les proportions et aux horizons temporels souhaitables ? Et de quelles capacités d'anticipation/adaptation disposent-elles pour répondre à la part de changement climatique déjà inévitable ? C'est sur ce second aspect que se concentrera la suite de ce texte.

4. L'adaptation au changement climatique : éléments de cadrage

La définition la plus communément admise de l'adaptation au changement climatique est celle du GIEC qui parle de l'adaptation comme d'un « *ajustement des systèmes naturels ou (...) humains face à un nouvel environnement ou un environnement changeant* ». La notion d'ajustement renvoie à celle de flexibilité, laquelle permet au système considéré de faire évoluer ses structures et modes de fonctionnement ainsi que ses stratégies de développement en fonction des perturbations qui surviennent. Que ces perturbations soient ponctuelles ou plus graduelles, cela implique différentes formes d'adaptation qui relèvent de stratégies par anticipation (en amont de la perturbation) ou par réaction (en aval). L'adaptation apparaît donc autant comme un état du système à un moment donné (est-il adapté ou non ?) que comme le processus continu et dynamique par lequel ce système s'adapte. Une forme d'adaptation à un moment donné et dans un contexte précis est ainsi vouée à changer avec le temps.

Par ailleurs, on associe souvent les termes d'adaptation et de vulnérabilité. Toujours selon le GIEC, la vulnérabilité est « *le degré par lequel un système risque de subir ou d'être affecté négativement par les effets néfastes des changements climatiques, y compris la variabilité climatique et les phénomènes extrêmes. La vulnérabilité dépend du caractère, de l'ampleur et du rythme des changements climatiques auxquels un système est exposé, ainsi que de sa sensibilité et de sa capacité d'adaptation* ». Adaptation et vulnérabilité présentent donc *a priori* une corrélation inverse : moins un territoire est vulnérable, plus il pourrait être considéré comme « adapté » ; inversement, un haut degré de vulnérabilité traduirait de faibles capacités d'adaptation. Si cette relation inverse doit être entendue avec prudence, car elle n'est pas toujours vraie, le fait est que l'une des manières pertinentes d'appréhender la situation des pays méditerranéens face au changement climatique réside en une évaluation des niveaux de vulnérabilité. Évaluation qui doit être entendue non comme un jugement normatif mais comme un outil de suivi du rapport forces/faiblesses du territoire face aux menaces/opportunités climatiques.

Mais pour l'heure, le cœur du débat se situe ici en amont de ces aspects, et il concerne la compréhension du processus d'adaptation et de ses logiques de mise en œuvre. En effet, de grandes questions restent à éclaircir : à quelles échelles spatiales (échelons territoriaux) les stratégies d'adaptation doivent-elles être définies et mises en œuvre ? Suivant quels pas de temps ? Et sous quelles formes cela peut-il se concrétiser sur le terrain ? Pour apporter quelques premiers éléments de cadrage, quatre points principaux sont ici considérés comme sous-jacents à l'identification de stratégies d'adaptation en Méditerranée. Avant cela, rappelons tout de même qu'en Méditerranée notamment, la diversité de cultures, de sociétés, de systèmes politiques, de contextes environnementaux... induit des manières différentes d'approcher cette question de l'adaptation et de la relier aux problématiques plus globales de développement et de développement durable. Il est nécessaire de garder ce fait à l'esprit à la lecture d'éléments plus généraux sur l'adaptation afin de cerner toute la complexité que pose l'identification de stratégies d'adaptation contextualisées et réalistes.

4.1. Les moteurs de changement autres que climatiques

Nous l'avons dit, il faut se garder de considérer le changement climatique comme le seul moteur de changement en Méditerranée, ni même comme le principal dans de nombreux cas. Des évolutions socioéconomiques rapides et profondes, indépendantes de l'enjeu climatique, ont en effet marqué les dernières décennies et devraient encore être observables au XXI^e siècle. Toute stratégie de long terme, en matière d'adaptation en particulier, doit en tenir compte : il s'agit de toujours considérer les impacts du climat futur sur la société future, et non sur la société d'aujourd'hui, même si cela ajoute à la complexité. Ces grandes tendances peuvent être rapidement présentées au travers des évolutions économiques marquantes, lesquelles traduisent tout autant qu'elles influent les dynamiques démographiques et urbaines. Associés aux pressions environnementales décrites précédemment, ces éléments caractérisent ensemble les conditions sur lesquelles vont reposer les capacités d'adaptation des territoires et le contexte dans lequel les stratégies d'adaptation doivent et devront être déployées.

4.1.1. Tendances économiques

On peut approcher l'analyse de la structuration de l'économie méditerranéenne¹¹ par l'évolution des grands secteurs d'activité (primaire, secondaire, tertiaire), et montrer que malgré une croissance forte, les disparités restent grandes entre les pays. Une éventuelle stratégie régionale d'adaptation devrait en tenir compte, tous les pays n'en étant pas aux mêmes stades de développement et ne présentant ni les mêmes enjeux, ni les mêmes moyens pour relever les défis.

Si l'agriculture pèse encore entre 10 % (Tunisie, Algérie) et plus de 20 % (Albanie, Syrie) du PIB de nombreux pays méditerranéens, elle y contribue de façon très minoritaire (moins de 5 %) dans des pays comme la France, l'Espagne, l'Italie, Malte ou Israël. De tels écarts se répercutent sur les emplois, l'agriculture employant près de la moitié de la population active en Albanie, entre le tiers et le quart au Maroc, en Tunisie, en Égypte et en Syrie, et moins de 4 % en France. Le secteur de la pêche présente par ailleurs certains signes préoccupants car si l'effort de pêche s'est intensifié à l'échelle de la Méditerranée (+ 20 % de bateaux entre 1980 et 1992) et les captures ont augmenté (+ 16 % sur la même période, + 15 % entre 1980 et 2000), on reconnaît aujourd'hui que les stocks sont lourdement affectés dans leur capacité de régénération. La part du secteur primaire dans l'activité économique de l'ensemble des pays méditerranéens décroît donc.

Le secteur secondaire a quant à lui tendance à rester assez présent dans les économies méditerranéennes. Il compte pour près d'un cinquième à un tiers des PIB nationaux, sauf en Égypte et en Algérie, où sa contribution est plus forte (respectivement 40 % et 60 % du PIB), ainsi qu'en Albanie, avec une situation inverse (moins de 20 %). Là encore, la situation dans la région n'est pas uniforme, ce qui est également vrai en termes d'évolution puisque, par exemple, quatre pays se distinguent par un déclin du poids du secondaire dans leurs économies (France, Espagne, Italie et Grèce). Malgré ces contrastes, les configurations méditerranéennes montrent qu'aujourd'hui, mis à part dans le cas albanais, le secteur secondaire domine largement le secteur primaire. Il reste cependant lui-même en retrait derrière le secteur tertiaire du point de vue de son poids économique.

Ce dernier a véritablement explosé au cours du dernier demi-siècle. Le secteur des services (commerce, tourisme, transports, activités financières, administrations...) contribue à plus de la moitié du PIB de la grande majorité des pays bordiers, voire à plus de 60 % en Espagne, en Italie, en Turquie et en Tunisie et à plus de 70 % en France, en Grèce, à Malte, à Chypre ou en Israël. Seules la Bosnie-Herzégovine et l'Algérie affichent des contributions inférieures à 50 % du PIB. Au sein du secteur tertiaire, le tourisme se distingue (Bethemont *et al.*, 1998) tant par ses effets directs que par ceux qu'il induit. Le seul secteur « hôtels et restaurants », par exemple, représente respectivement près de 24 %, 34 % et 39 % de la contribution du secteur tertiaire aux PIB libyen, tunisien et libanais. Plus globalement, le dynamisme de cette activité place la Méditerranée au

¹¹ Les chiffres renvoient essentiellement à l'année 2000 et sont tirés des travaux du Plan Bleu (Benoit et Comeau, 2005). Notons à ce titre ici que compte tenu de l'éparpillement des données et de leur non-uniformité d'un pays à un autre, d'une circonscription à une autre, il est extrêmement difficile d'obtenir des chiffres plus récents à l'échelle de l'ensemble du bassin méditerranéen.

premier rang des régions touristiques du monde, tant en termes de flux d'arrivées touristiques qu'en termes de recettes touristiques. Les impacts du changement climatique sur ce secteur seront particulièrement décisifs pour l'économie méditerranéenne.

4.1.2. Tendances démographiques et urbanisation

La population des pays méditerranéens est estimée à près de 450 millions d'individus, contre près de 285 millions il y a une quarantaine d'années. Cela traduit à l'évidence un dynamisme démographique important, même si des différences entre les pays riverains existent. Cette population se répartit à 45 % dans les pays de la rive Nord (de l'Espagne à l'Albanie), à 33 % dans ceux du Sud (de l'Égypte au Maroc) et à 22 % dans ceux de l'Est (de la Turquie aux Territoires palestiniens). Néanmoins, dans ces deux derniers ensembles, les taux de croissance démographique attendus pour la période 2000-2025 s'avèrent respectivement 14 et 13 fois plus élevés que la moyenne des pays du Nord.

À une échelle plus fine, le constat est à une occupation particulièrement forte et croissante des littoraux. C'est évident dans des pays disposant d'une forte part de territoire littoral, comme la Grèce, Israël ou encore le Liban, où ce sont plus de 80 % des habitants qui se concentrent à proximité de la mer. Mais cela est également vrai dans des contextes plus continentaux : en Tunisie, par exemple, cette proportion varie entre 60 et 70 %. Dans d'autres pays enfin, la proportion de population dite méditerranéenne n'est pas dominante, comme en Espagne, en Égypte ou en Albanie (environ 40 %), et davantage encore en France, au Maroc ou en Slovénie (moins de 20 %). Au total, le Plan Bleu estime que le tiers des habitants des pays riverains de la Méditerranée se concentre effectivement dans les régions côtières, dans lesquelles les densités de population moyennes s'élèvent à 128 hab./km², soit une concentration démographique près de 2,6 fois plus élevée que les moyennes nationales. Il faut ajouter à cette pression démographique endogène celle des touristes internationaux et nationaux qui sont respectivement près de 218 et 145 millions à voyager au sein du bassin méditerranéen. Et si tous ne se concentrent pas forcément sur le littoral (les grandes métropoles européennes en captent une part importante), ceux qui y séjournent, étrangers et nationaux confondus, représentent environ 35 millions de personnes au moment du pic de fréquentation d'août. En période estivale, le cumul des résidents (permanents et secondaires) et des touristes porte ainsi les densités littorales à près de 160 hab./km². Cet accroissement de pression humaine sur une période restreinte pose le problème de la juste capacité des infrastructures et des équipements à mettre en place.

Plus globalement encore, la concentration démographique est corrélée à des phénomènes d'urbanisation qui, si l'on excepte les grandes capitales non côtières comme Paris, Madrid ou Ankara, sont particulièrement prégnants dans les zones côtières. Le nombre de villes littorales d'au moins 10 000 habitants a ainsi quasiment doublé au cours de la seconde moitié du XX^e siècle. Ainsi, 30 % des habitants des pays riverains habitent sur la côte, soit un peu plus de 140 millions de personnes. Par ailleurs, si la part des urbains qui vivent sur le littoral est prédominante dans les pays de la rive Nord (40 %) par rapport aux autres sous-régions (28 % dans les pays de l'Est et 38 % dans ceux du Sud), les travaux du Plan Bleu ont largement montré que le dynamisme démographique des pays du Sud et de l'Est était plus net (3,3 % de croissance entre 1970 et 2000 contre 0,8 % pour les pays de la rive Nord).

Par ailleurs, la tendance à la littoralisation et à l'urbanisation est corrélée à l'évolution négative de la population rurale, laquelle suit globalement la courbe déclinante de la population agricole. Cette dernière, qui occupe essentiellement l'intérieur des terres, s'est en effet réduite de 25 % entre 1960 et 2000 (de 114 700 personnes à 84 000). Si bien qu'aujourd'hui, seuls quelques pays présentent encore des parts de population agricole importantes (Turquie, Syrie, Égypte, Albanie, Maroc).

Enfin, la tendance générale à l'urbanisation est à rapprocher du développement d'infrastructures comme les réseaux routiers, les aéroports (112 le long du littoral méditerranéen dont plus de la moitié ont un trafic annuel de plus de 500 000 passagers) ou encore les ports de commerce et de plaisance (plus de 1 000 en tout dont 70 % ont une vocation de plaisance). Sur le littoral, par exemple, d'autres infrastructures servent également à la production d'énergie ou encore au dessalement de l'eau de mer et au traitement des eaux usées. Au total, on estime à partir des cartes de luminosité nocturne¹² que près de 42 % des côtes méditerranéennes sont aménagées.

4.2. Les liens entre adaptation et mitigation

L'atténuation (ou mitigation) et l'adaptation sont les deux options développées pour minimiser les impacts du changement climatique et leurs conséquences. L'atténuation, d'abord, consiste à limiter le processus même du changement climatique de deux façons : la première est de réduire les émissions de gaz à effet de serre (GES) à la source (au niveau des différents secteurs économiques en particulier), la seconde est de développer des « puits » qui permettent de capturer et de stocker ces mêmes gaz en dehors de l'atmosphère. Le but de ces deux méthodes est de réduire les quantités de GES dans l'atmosphère afin de diminuer l'effet de serre. L'adaptation, quant à elle, est un mécanisme de gestion et de prévention des impacts du changement climatique.

Trop souvent ces deux stratégies ont été considérées comme deux options alternatives pour lutter contre les effets du changement climatique. Dans le cas idéal où le risque de changement climatique aurait été démontré avant toute perturbation du système climatique, une stratégie unique d'atténuation aurait suffi. On aurait pu arrêter d'émettre des GES avant que le climat ne change. Dans la réalité, il a fallu du temps pour prendre conscience des effets sur le climat de nos émissions de GES, dont l'augmentation nette a débuté à la révolution industrielle. Or, d'une part les GES ont une longue durée de vie dans l'atmosphère¹³, d'autre part le système climatique est caractérisé par une certaine inertie, ce qui prolonge les effets dans le temps d'une émission et les ajoute aux émissions antérieures et postérieures. Quand bien même nous arrêterions d'émettre des GES immédiatement, ceux que nous avons déjà émis entraîneraient tout de même des changements climatiques. S'engager sur la voie de l'adaptation est donc incontournable, de la même manière que nous ne pouvons pas nous passer d'atténuation : dans un cas idéal où le changement climatique serait suffisamment limité pour que la planète en général et l'humanité en particulier puissent s'adapter relativement simplement et à faible coût, il serait vraisemblablement inutile de se préoccuper d'atténuation. Mais dans la réalité, si rien n'est fait pour réduire les émissions de GES, le changement climatique ne sera pas limité et s'adapter pourra vite devenir trop coûteux, voire impossible. Si l'atténuation sert donc à éviter l'ingérable, l'adaptation vise à gérer l'inévitable (SEG, 2007), et il n'y a pas lieu de distinguer ces deux stratégies comme deux options alternatives.

En pratique cependant, l'adaptation et l'atténuation sont traitées par des communautés différentes (négociations internationales, scientifiques, ONG...) et souvent dans des enceintes distinctes. Sans vouloir remettre en cause un état de fait qui découle de considérations pratiques indéniables (différences d'approches, d'échelles spatiales et temporelles, d'acteurs, de domaines scientifiques ...), cette distinction ne doit pas faire oublier un certain nombre d'interrelations entre atténuation et adaptation. Ces interrelations peuvent être regroupées sous deux catégories principales : les actions d'adaptation qui ont des conséquences sur l'atténuation, et les actions d'atténuation qui ont des conséquences sur l'adaptation (Klein *et al.* 2007).

4.2.1. Les actions d'adaptation qui ont des conséquences sur l'atténuation

Les actions d'adaptation peuvent avoir des conséquences parfois positives et souvent négatives sur l'atténuation. En effet de nombreuses stratégies d'adaptation possibles impliquent une consommation d'énergie plus importante : la climatisation pour faire face à l'augmentation des températures, les solutions techniques pour contrer l'appauvrissement en eau (désalinisation, augmentation du pompage, retraitement ...), par exemple. Or la production d'énergie est souvent

¹² *Night-time Light Radiation Survey*, NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration, www.noaa.gov).

¹³ Douze ans pour le méthane (CH₄), de l'ordre du siècle pour le dioxyde de carbone (CO₂), et plus de 50 000 ans pour le perfluorométhane (CF₄).

émettrice de gaz à effet de serre. Cependant la relation entre adaptation et mitigation peut aussi être positive, surtout si elle est réfléchie. Ainsi de nouvelles normes de construction devront être établies pour faire face au changement climatique. Ces normes pourront avoir des effets positifs sur l'atténuation, de manière volontaire ou non : une meilleure isolation des bâtiments permettra de moins souffrir d'une élévation de température tout en garantissant des besoins énergétiques moindres.

4.2.2. Les actions d'atténuation qui ont des conséquences sur l'adaptation

Là encore, il existe des interactions positives et négatives. Des conflits peuvent par exemple apparaître entre actions d'atténuation et actions d'adaptation au niveau de la gestion de l'eau : une stratégie classique de réduction des émissions est de se tourner vers des sources d'énergies moins émettrices de gaz à effet de serre, comme l'hydraulique ; or les barrages contribuent à la réduction de l'apport sédimentaire en Méditerranée¹⁴, aggravant l'érosion côtière susceptible d'être causée par le changement climatique et la montée du niveau des eaux, et compliquant ainsi l'adaptation. Un cas de relation positive est celui de la protection de la biodiversité : la déforestation est une source importante d'émissions de gaz à effet de serre, et la protection des forêts permet dans le même temps de réduire ces émissions. Elle permet aussi de préserver la biodiversité globale, ce qui se révèle être d'une importance certaine pour l'adaptation.

L'identification de ces deux grandes catégories d'interrelations montre qu'il est productif d'étudier les synergies possibles et les compromis éventuels entre adaptation et atténuation. Considérées indépendamment, ces deux stratégies peuvent conduire à des actions contreproductives et inefficaces alors qu'elles servent un même objectif. Une stratégie intégrée prenant en compte à la fois les problématiques d'atténuation et d'adaptation, et les enjeux de court et de long termes permettrait de prévenir de nombreux conflits et de gérer de façon mieux informée la contrainte du changement climatique.

On s'aperçoit *in fine* que ce ne sont pas uniquement des questions d'adaptation ou d'atténuation, ou de synergies ou de compromis entre les deux, qui sont soulevées, mais plus largement des questions de développement durable : comment les stratégies d'adaptation et d'atténuation s'inscrivent dans une trajectoire de développement durable, prenant en compte non pas leurs contraintes spécifiques mais celles de l'ensemble des enjeux qui leur sont liés ? Réfléchir en ces termes n'est pas simple et traduire cette réflexion dans l'action l'est encore moins. Il y a cependant là un moyen d'éviter des conflits futurs entre composantes d'une même stratégie pour un objectif commun.

4.3. Variabilité climatique et changement climatique

Le changement climatique n'est pas un phénomène simple à appréhender, le climat ayant une variabilité intrinsèque naturelle. Le climat est défini comme l'ensemble des temps qu'il fait ou plus précisément comme une description statistique de la moyenne et de la variabilité d'éléments tels que la température, l'humidité, le vent, la pression, sur une période allant de quelques mois à plusieurs millions d'années. La période couramment utilisée pour calculer cette moyenne est de 30 ans, comme le préconise l'Organisation météorologique mondiale. Le climat est naturellement changeant, sous l'influence de facteurs internes (comme la circulation des océans ou la rotation de la terre), ce que l'on appelle variabilité climatique. Cette variabilité regroupe la différence entre le jour et la nuit, entre les saisons, ainsi que les extrêmes climatiques (tempêtes, inondations, sécheresses).

Un changement climatique s'inscrit en dehors de ce cadre et est défini principalement par le fait que son origine n'est pas interne au système climatique, mais externe, et que ce changement est durable. On distingue alors deux types d'origines externes : les origines externes naturelles (comme par exemple l'influence du soleil et de ses cycles, ou le volcanisme) et les origines externes dues à l'activité humaine. Pour simplifier la distinction entre variabilité climatique et changement climatique, on limite souvent l'appellation changement climatique aux origines externes humaines,

¹⁴ L'apport sédimentaire par les fleuves a été réduit de 90 % dans la deuxième moitié du XX^e siècle en raison de la construction de barrages et de l'extraction massive de granulats.

reléguant l'ensemble des origines naturelles de variation du climat sous le terme générique de variabilité. C'est ce que fait en particulier la Convention-cadre des Nations Unies sur le changement climatique (CCNUCC) en distinguant le changement climatique de la variabilité climatique par le fait que la variabilité est naturelle alors que le changement est anthropogénique : « *le changement climatique est un changement du climat attribuable directement ou indirectement à l'activité humaine qui altère la composition de l'atmosphère globale et qui s'ajoute à la variabilité climatique naturelle observée sur des périodes comparables* » (Article 1 de la CCNUCC). Nous reprendrons ici cette distinction.

Si la distinction entre variabilité climatique et changement climatique est assez évidente en théorie, parce que basée sur la cause du phénomène, elle l'est beaucoup moins en pratique. Les manifestations de la variabilité et du changement climatiques se ressemblent, ont les mêmes caractéristiques temporelles et spatiales, se cumulent, se confondent et sont bien souvent (encore) impossibles à distinguer. À l'heure actuelle il reste par exemple difficile de dire précisément si telle ou telle sécheresse est l'œuvre du changement climatique ou non. Pour les quelques décennies à venir, il sera impossible de distinguer avec certitude sur le terrain les effets de la variabilité climatique naturelle des impacts du changement climatique d'origine humaine. On dit que le changement climatique est encore dans le « bruit » de la variabilité climatique.

Comment appréhender l'adaptation au changement climatique dans ce contexte ? Les sociétés humaines, des plus pauvres aux plus riches, sont encore insuffisamment adaptées à la variabilité climatique. Est-il raisonnable alors de ne se focaliser que sur l'effort additionnel lié au changement climatique ? Clairement non, et pour trois raisons principales : en premier lieu, il est difficile de distinguer entre variabilité et changement, et donc de « sélectionner » l'objet d'adaptation ; en deuxième lieu, il serait irrationnel de choisir de ne pas s'adapter à la variabilité climatique que l'on subit aujourd'hui et de préférer s'adapter au changement climatique dont les impacts se feront principalement sentir dans le futur ; troisièmement, l'adaptation à la variabilité climatique revêt bien souvent les mêmes formes que l'adaptation au changement climatique, et il ne serait donc pas faisable de se limiter à la seconde. S'adapter à la variabilité climatique naturelle (à ses tempêtes, sécheresses, inondations, cyclones...) est donc considéré par beaucoup comme une excellente stratégie d'adaptation au changement climatique.

Pour autant, le débat n'est pas si simple et achoppe principalement sur la question du financement de l'adaptation. Un tel financement est actuellement mis en place au niveau international sur le principe tacite du « pollueur-payeur » : les pays ayant contribué le plus au changement climatique (ceux qui sont maintenant développés et qui ont émis pour ce faire de grandes quantités de gaz à effet de serre dans l'atmosphère) acceptent d'aider les pays plus pauvres à s'adapter aux conséquences d'un changement climatique auquel ces derniers ont peu contribué. Ce cadre de financement revient donc à la cause du phénomène en distinguant entre origine naturelle et humaine, et pose ainsi de nouveau la question de l'objet de l'adaptation. Si le financement est basé sur le principe du pollueur-payeur, il se limite à l'adaptation au changement climatique et l'adaptation à la variabilité climatique naturelle sort de son champ d'action.

Outre les questions de financement, l'enjeu réside aussi dans la définition de stratégies d'adaptation (à quoi s'adapte-t-on ?). En pratique on note cependant que les projets d'adaptation déjà mis en œuvre relèvent pour la plupart d'adaptations à la variabilité climatique : ainsi par exemple des projets d'irrigation et de gestion de l'eau, ou des mécanismes de gestion des catastrophes naturelles (information, alerte précoce, assurances...). Pour des raisons d'image, ou de valorisation du fait que l'adaptation à la variabilité réduit la vulnérabilité au changement climatique, ces projets sont souvent étiquetés comme des projets d'adaptation au changement climatique. Pourtant, leur analyse attentive montre que leur prise en compte effective des impacts du changement climatique est très limitée, voire inexistante, ce qui peut poser dans certains cas des risques de mauvaise adaptation (on parle de « maladaptation »). S'il ne faut pas limiter la vision de l'adaptation au champ du changement climatique, il ne faut donc pas pour autant tomber dans le biais inverse et limiter l'adaptation au champ de la variabilité climatique. Des projets d'adaptation à la variabilité climatique peuvent fort bien augmenter la vulnérabilité au changement climatique, principalement parce qu'ils ne tiendraient compte que des variations autour d'une moyenne, et pas de l'évolution de cette moyenne.

4.4. L'adaptation, par qui et pour qui ?

4.4.1. Les acteurs

- *Les individus*

Selon toute vraisemblance, les individus adapteront leurs pratiques, comme ils l'ont toujours fait, entre autres en fonction des évolutions climatiques. Ils chercheront à minimiser la probabilité que leurs activités et leur sécurité soient affectées négativement par les conditions climatiques et les conditions environnementales liées. Les formes d'adaptation possibles sont infinies, entre changements d'activités, de pratiques, de technologies, ou migrations (cf. 4.5.)... et elles peuvent être tout autant réactives (post-perturbation) que proactives (avant que la perturbation ne survienne). Des travaux menés en psychologie¹⁵ laissent penser que les individus prendront particulièrement en compte les événements extrêmes (orages, crues soudaines, canicules...), malgré leur faible probabilité d'occurrence et leur difficile prédiction. Mieux comprendre comment les décisions se prennent au niveau individuel ou de petits groupes va s'avérer crucial pour anticiper, et donc prévoir, l'adaptation des individus. En la matière, on ne part pas de rien : trente ans de recherches sur les perceptions publiques du risque sont disponibles pour certaines sociétés, notamment dans les domaines du nucléaire ou des manipulations génétiques, qui ont largement montré que s'efforcer de convaincre la population qu'une stratégie particulière est dans leur intérêt peut échouer et conduire à un divorce entre opinion publique et expertise.

Du point de vue des habitudes de consommation (de nourriture, d'énergie, d'eau, de loisirs...), les individus s'adapteront d'une part aux changements climatiques eux-mêmes, d'autre part aux éventuelles politiques de réduction des émissions qui seront mises en place. Concernant les changements climatiques, l'exemple des touristes est éclairant (Hamilton, 2003 ; Billé *et al.*, 2008). Leurs choix sont fortement liés aux conditions climatiques (à la fois sur le lieu d'origine et à destination), et ils seront donc amenés à évoluer. Mais ils ne sont pas surdéterminés par elles : culture, modes, prix de l'hébergement comme des transports, par exemple, jouent des rôles cruciaux. L'âge est également à croiser avec les évolutions climatiques : plus âgés du fait du vieillissement de la population, les touristes méditerranéens – venus majoritairement d'Europe en ce qui concerne les flux internationaux – développeront-ils une sensibilité accrue à la qualité de l'environnement ? À la santé ? À la sécurité (environnementale, mais pas seulement) ? À la culture ? Le vieillissement couplé au réchauffement climatique sera-t-il à l'origine d'un déclin relatif du segment balnéaire estival au profit d'autres formes de tourisme telles que des séjours prolongés en hiver, comme c'est déjà le cas sur la Costa del Sol ou à Malte ? Concernant les politiques de réduction des émissions de gaz à effet de serre, le consommateur s'adaptera probablement à des signaux prix liés au « contenu carbone » des différents produits disponibles : fruits et légumes, viande, destination touristique, mode de transport, types d'hébergements et d'activités...

- *Le secteur privé*

La question de l'adaptation du secteur privé doit être traitée en ayant à l'esprit que les différents secteurs, et au sein de chaque secteur les différentes entreprises, ont des intérêts et des logiques très variés, depuis les petites et moyennes entreprises (souvent largement majoritaires en nombre) jusqu'aux multinationales, et depuis les secteurs très dépendants du climat (agriculture, tourisme...) jusqu'aux plus indépendants (banque, informatique...). Outre la taille de l'entreprise, ses moyens financiers et techniques, son accès à des capitaux pour investir, son type de clientèle, etc. on peut notamment distinguer les entreprises dont l'activité est fortement attachée à un lieu donné et celles qui sont beaucoup plus mobiles. Leurs capacités d'adaptation au changement climatique sont inévitablement contrastées. Par exemple, dans le secteur du tourisme, on s'aperçoit vite que l'on ne saurait traiter sur un même plan tous les hôteliers liés à une grande marque. Selon le type de relations (hôtel filiale, hôtel « managé », hôtel franchisé), les enjeux et possibilités d'adaptation diffèrent largement (Billé *et al.*, 2008). De même que les capacités de réponse des petits hôteliers indépendants comme des directions des groupes multinationaux ne seront pas les mêmes.

¹⁵ Voir par exemple les travaux d'Agnès Allansdottir (université de Sienne, Italie).

Le changement climatique pourra avoir quatre grands types d'impacts sur le secteur privé. Le premier concerne la conception des installations de production ou de services : les statistiques utilisées dans la conception d'installations/infrastructures sont-elles robustes face à un possible changement d'intensité, de persistance et de fréquence des données climatiques ? Le second touche la demande de biens ou de services : quelles sont les perspectives de changements dans les facteurs qui commandent la demande de ces biens ou de ces services ? Le troisième concerne l'offre : quelles sont les perspectives de changements dans l'environnement qui affectent la gestion de l'outil de production ? Le dernier impact se rapporte aux événements extrêmes : quelles sont les occurrences futures des incidents industriels d'origine climatique ?

Au niveau des sites de production de biens ou de services, la première possibilité d'adaptation qui vient à l'esprit est le déplacement de l'activité. Que ce déplacement soit spontané ou forcé, il répond en théorie aux besoins mais rencontre bien sûr en pratique des obstacles innombrables. Une option souvent plus réaliste et plus efficace en la matière est l'anticipation d'impacts futurs dans les investissements présents. Elle nécessite toutefois une prise de conscience forte et la disponibilité des informations climatiques, de cartes de vulnérabilité.... Enfin, des possibilités moins drastiques résident dans le management environnemental des installations (exemple : économies d'eau et d'énergie, dispositifs de récupération des eaux de pluie, recyclage des eaux usées, design et architecture des bâtiments adaptés). Ces mesures d'adaptation sont particulièrement bien perçues lorsqu'elles se traduisent par des économies pour les entrepreneurs.

Enfin l'innovation technologique peut permettre de s'affranchir dans une certaine mesure de la contrainte du changement climatique. Dans le cas de l'industrie hôtelière, des exemples sont la climatisation, les piscines à température contrôlée, les produits alimentaires importés plutôt que locaux, le maintien d'une couverture végétale importante (qui contraste avec les zones limitrophes), la désalinisation de l'eau de mer, le rechargement artificiel des plages érodées... Dans une certaine mesure, les évolutions climatiques sont ainsi « compensées » par les évolutions technologiques. Pourtant, d'une part toutes les entreprises ne disposent pas des capacités financières nécessaires, d'autre part les solutions techniques ne sauront régler tous les problèmes. On remarque en particulier que beaucoup de ces « solutions » ont tendance à renforcer les émissions de gaz à effet de serre, et donc le problème. Une perspective à court terme ou locale peut donc s'avérer néfaste à plus long terme ou à une autre échelle.

- *Les autorités publiques nationales et locales*

De façon générale, les individus et le secteur privé s'adapteront en réaction spécifique à certains changements dans des régions données, et ce au travers de mesures d'adaptation prises au niveau local. Cependant, les politiques publiques ont un rôle primordial à jouer à deux niveaux principaux :

- d'abord, en déployant des stratégies d'adaptation pour les activités relevant de leurs compétences (infrastructures, politiques sectorielles...) qui intègrent les préoccupations relatives au changement climatique dans les stratégies nationales de développement, les documents d'aménagement et d'urbanisme, les plans de prévention des risques, les instruments de planification côtière, etc. Aujourd'hui, le niveau général de cette politique d'intégration (dite de *mainstreaming*) demeure faible, sans doute en partie du fait de la « nouveauté » (toute relative) de la problématique climatique, mais aussi beaucoup parce que sur les littoraux méditerranéens, par exemple, la gestion des zones côtières demeure peu adaptée au climat actuel : elle est peu intégrée et ne place pas les sociétés méditerranéennes sur la voie d'un développement durable (Billé, 2008) ;
- en second lieu, en soutien aux acteurs et à leurs efforts d'adaptation, en créant ou renforçant les cadres juridiques et les instruments économiques et financiers nécessaires pour rendre possible, voire inciter à la mise en œuvre de stratégies d'adaptation. En ce sens, les politiques publiques promouvant une gestion plus rationnelle des ressources (en eau par exemple) devront faire partie de ce cadre facilitateur d'adaptation.

Tous ces instruments existants, auxquels on pourrait ajouter les processus de concertation et d'information du public, devraient être utilisés au mieux de leurs possibilités, ce qui est loin d'être le cas. Toutefois, au-delà des instruments « traditionnels » de l'action publique, d'autres dimensions du problème vont solliciter de façon croissante une palette plus vaste de leviers d'action. Tout d'abord, les autorités publiques vont devoir inciter à faire des choix de filière qui relèvent souvent du domaine privé : orientation des productions agricoles, diversification de l'offre touristique et réduction de la saisonnalité... Il s'agit de développer des activités moins sensibles au climat ou en tout cas ayant des sensibilités contrastées, mais aussi des activités moins exigeantes en ressources. Réorientation de l'offre et de la demande sont bien sûr indissociables, et une intervention des autorités semble souvent nécessaire pour qu'offre et demande se rencontrent sur des filières plus durables.

4.4.2. Les populations cibles

L'une des questions centrales qui se pose à tout décideur est celle des populations vers lesquelles faire porter en priorité les politiques d'adaptation, et ce à toutes les échelles spatiales. Derrière cette question se cache l'enjeu d'évaluation de la vulnérabilité d'une population ou d'une zone : qui est plus vulnérable, sur quoi est basée cette vulnérabilité, peut-on la mesurer et la suivre dans le temps ? (Bankoff *et al.*, 2004 ; Adger, 2006 ; Berkes, 2007 ; Magnan, 2009). On désagrége souvent la vulnérabilité en une composante physique, l'exposition, et une composante humaine, la capacité d'adaptation. L'exposition décrit la situation d'une population face à la probabilité d'occurrence d'aléas naturels, en particulier d'impacts climatiques. À titre d'exemple, l'exposition de Venise à la montée du niveau des eaux est supérieure à celle de Damas. Ainsi, à capacité d'adaptation égale, une population est d'autant plus vulnérable qu'elle est plus exposée. La capacité d'adaptation, quant à elle, décrit le degré auquel une population est capable de s'adapter, de s'ajuster à un stimulus ici externe (la perturbation naturelle, en particulier climatique). De la même manière, à exposition égale, une population est d'autant plus vulnérable que sa capacité d'adaptation est faible. On voit donc que la vulnérabilité n'est pas un concept simple à appréhender, surtout dans un contexte de changement climatique : d'une part, les impacts des évolutions climatiques (et donc l'exposition future) sont incertains, surtout à l'échelle locale ; d'autre part, il n'y a actuellement pas de consensus sur les déterminants de la capacité d'adaptation et il semble bien que celle-ci soit largement contextuelle, freinant les velléités de comparaison à grande échelle.

Malgré la complexité du concept, la détermination des populations cibles est étroitement liée à celle de leur vulnérabilité : les populations les plus vulnérables sont la priorité dans la définition des projets, des programmes ou des stratégies d'adaptation actuels. Pour des raisons pratiques et faute de mieux, leurs concepteurs confondent souvent vulnérabilité et niveau de richesse. Autrement dit, ils réduisent les capacités d'adaptation à des considérations d'ordre économique et technologique. Si ce raccourci est justifiable au vu de la nécessité de s'occuper en priorité des populations les plus pauvres, il est discutable qu'une telle approche soit optimale en termes d'adaptation au changement climatique. En effet, les populations pauvres peuvent aussi disposer d'autres formes de capacités d'adaptation qui ne sont pas directement liées à un niveau de richesse économique, mais qui n'en sont pas moins réelles. Certaines communautés peuvent par exemple faire preuve de liens sociaux pouvant se révéler fondamentaux en cas de crise environnementale (solidarité d'urgence) ou encore dans la mise en œuvre de politiques d'anticipation.

Ne pas prendre en compte ces autres formes de capacités d'adaptation pourrait conduire à leur érosion – généralement par l'apport automatique de solutions standardisées et importées d'autres contextes – allant ainsi à l'encontre des objectifs de l'adaptation. De même, les populations plus riches peuvent être particulièrement vulnérables, comme le montre l'augmentation récente des coûts liés aux catastrophes naturelles dans les pays de l'OCDE. Se concentrer sur les populations pauvres peut donc tendre à oublier les vulnérabilités des autres catégories de population, au risque de réduire l'efficacité de l'adaptation du territoire dans son ensemble. Au niveau de la Méditerranée en particulier, il serait illusoire de croire que l'adaptation ne concerne que les pays des rives Sud et Est. Il serait tout aussi contreproductif d'appliquer les modèles des pays européens pour réduire la vulnérabilité de ces pays, au risque d'écraser des capacités d'adaptation potentiellement originales. Enfin, il ne faudrait pas que les pays les plus développés s'imaginent pouvoir s'affranchir de

stratégies d'adaptation et d'une analyse plus poussée de la capacité de leurs populations à s'adapter. L'adaptation n'est pas qu'une question de capacité économique.

Il apparaît donc qu'à différents groupes de population correspondent différentes approches de l'adaptation et que, finalement, tous sont des groupes cibles. La capacité des autorités à mettre en œuvre des solutions pour tous et en même temps pourra cependant être limitée, et il faudra dès lors passer des groupes « cibles » aux groupes « prioritaires ». Finalement, on retrouve là un des questionnements classiques de décision publique. En effet, la priorisation de l'adaptation ne peut reposer seulement sur des niveaux de vulnérabilité, mais doit aussi faire appel à d'autres enjeux, notamment spatiaux (y a-t-il des zones prioritaires ?), temporels (quelles actions d'adaptations doivent être mises en œuvre maintenant, lesquelles peuvent attendre ?), d'équité (faut-il une répartition équitable des actions d'adaptation, et suivant quels critères ?), voire d'optimisation économique (sur quelle cible un euro dépensé génère-t-il le plus fort retour sur investissement ?).

4.5. Migrations climatiques en Méditerranée : vrais enjeux et faux débats

Parmi les conséquences possibles des impacts du changement climatique en Méditerranée, plusieurs études récentes pointent la possibilité d'un accroissement des mouvements migratoires, à la fois à l'intérieur des pays bordant la Méditerranée, mais également de l'Afrique du Nord vers l'Europe (Afifi, 2009 ; Fermin, 2009a ; Fermin, 2009b ; Brown, 2008). Cette possibilité a également été évoquée par les gouvernements eux-mêmes, et notamment par le gouvernement algérien lors de la CdP14 de Poznań.

Il est crucial, cependant, de ne pas réduire ces migrations à une relation causale, directe, entre dégradations de l'environnement et exode forcé, mais de dépasser cette perspective déterministe pour aborder la question des migrations dans sa globalité. D'une part, les facteurs environnementaux sont fréquemment mêlés à d'autres facteurs migratoires, principalement d'ordre socioéconomique, dans une relation d'influence réciproque. Un même impact du changement climatique pourra ainsi avoir des conséquences migratoires différentes dans divers contextes socioéconomiques. Tout en reconnaissant l'importance croissante des impacts du changement climatique dans la décision migratoire, il importe donc de ne pas considérer cette décision dans cette seule dimension : isoler les facteurs environnementaux de facteurs socioéconomiques est souvent une vaine entreprise, sans justification empirique. Par ailleurs, la nature et l'ampleur des flux migratoires dépendent très largement des politiques migratoires qui sont mises en place, et pas uniquement de la nature des facteurs qui déterminent la migration. Zolberg (1989), et d'autres à sa suite, ont largement montré les limites de l'approche essentialiste *push-pull* comme modèle explicatif des mouvements migratoires.

4.5.1. Migration et adaptation

Même s'il semble difficile, pour les raisons précitées, d'identifier une catégorie spécifique de « migrants climatiques » au sein des mouvements migratoires à l'œuvre en Méditerranée, les études empiriques convergent vers la conclusion que les impacts du changement climatique seront, à l'avenir, un facteur déterminant du comportement migratoire, susceptible de transformer durablement les mouvements migratoires observés actuellement. Autrement dit, si le changement climatique ne sera pas forcément l'unique déclencheur de migrations, il en sera à coup sûr l'un des grands contributeurs. Il en résulte notamment que la relation entre migration et adaptation est nécessairement complexe et ambiguë, la migration pouvant être entendue parfois comme un échec de l'adaptation, parfois comme l'un de ses leviers.

La migration est ainsi régulièrement présentée comme le signe de l'échec des politiques d'adaptation, un ultime ressort pour des populations n'ayant plus d'autres choix. Le comportement des migrants est pourtant infiniment plus complexe. Dans de nombreux cas, des politiques d'adaptation efficaces pourront effectivement limiter l'impact du changement climatique pour les populations, et réduire ainsi la pression migratoire. Dans d'autres cas pourtant, la migration pourra être développée comme une véritable stratégie d'adaptation à part entière, mobilisée par les migrants eux-mêmes. C'est précisément la migration, dont le moment, la durée et la destination pourront être directement décidés par les migrants, qui leur permettra de minimiser les impacts du changement climatique sur leur quotidien. On peut ainsi évoquer des migrations saisonnières qui

permettront de diversifier l'activité économique des populations (et donc leurs sources de revenus), et qui seront mises en œuvre comme une stratégie de réduction des risques pour la communauté.

Le coût de ces migrations, cependant, ne doit pas être négligé : on observe ainsi que les populations les plus vulnérables aux dégradations de leur environnement manquent généralement des ressources – à la fois en termes de capital économique et de capital social – nécessaires à leur migration (Jaeger *et al.*, 2009). Pour que la migration puisse véritablement être déployée comme stratégie d'adaptation, il importera de mettre en place les politiques et moyens qui permettront la mobilité des populations les plus vulnérables. Dans ce cas, de la migration pourront également résulter des effets macro-économiques positifs, notamment un accroissement des remises d'épargne vers la région d'origine. Ainsi, la migration de membres de la communauté pourra participer à l'adaptation de ceux qui sont restés.

Enfin, les politiques migratoires ne devront pas se limiter aux régions d'origine, mais également concerner les régions de destination. Des mouvements migratoires, surtout s'il s'agit de flux massifs, peuvent en effet induire une pression démographique accrue sur les ressources de la région de destination, ressources qui seront potentiellement réduites sous l'influence du changement climatique. Si cette pression excède certains seuils de tolérance, elle peut se transformer en troubles civils et en risques pour la sécurité humaine.

4.5.2. Impacts du changement climatique et géographie des migrations

Deux principaux types d'impacts du changement climatique, la hausse du niveau de la mer et la raréfaction des ressources d'eau potable, sont susceptibles d'avoir une influence importante sur le paysage migratoire méditerranéen. Ces types de changements ne produiront cependant pas des migrations similaires, et n'appellent pas des stratégies d'adaptation identiques.

La hausse du niveau de la mer, en premier lieu, affectera essentiellement les régions côtières et deltaïques, au premier rang desquelles se trouve bien sûr le delta du Nil. Ce dernier, l'un des plus larges au monde, rassemble en effet près de la moitié de la population égyptienne, soit environ 38 millions de personnes, et c'est une région extrêmement fertile qui abrite environ la moitié des cultures du pays. Or, ce delta est directement menacé par l'élévation du niveau de la mer (Figure 8). Une étude de la Banque mondiale (Dasgupta *et al.*, 2007) montre ainsi qu'une hausse d'un mètre du niveau de la Méditerranée, d'ici la fin du siècle, détruirait la barrière de sable qui protège le delta, barrière qui avait déjà été considérablement affaiblie par la construction du barrage d'Assouan en 1970. Les pêcheries, les cultures et le tourisme en seraient durablement affectés. L'impact sur la population serait considérable, la Banque mondiale estimant que cette hausse affecterait près de 10 % de la population du pays, soit environ 6 millions de personnes, et se traduirait par une perte de plus de 10 % des terres arables. La région a donc un fort potentiel migratoire, qui pourrait se traduire à la fois par un déplacement de la population du Delta du Nil vers le sud du pays, mais également vers les pays voisins et l'Europe.

L'ensemble des pays de la Méditerranée seront également affectés par un appauvrissement de leurs sols, et une diminution de leurs ressources en eau potable. Sur le long terme, ces impacts sont susceptibles de provoquer des flux migratoires importants, comme le montrent déjà différentes études empiriques (Fermin, 2009a ; Fermin, 2009b). Si cette tendance s'accroît, les ressources agricoles de nombreuses régions rurales s'en trouveront menacées, et l'on peut s'attendre à un déplacement progressif des populations vers les zones urbaines et vers le nord du bassin. Ces déplacements, néanmoins, sont généralement des déplacements par étapes, marqués par une multi-causalité de facteurs. Un appauvrissement des sols pourra ainsi, dans un premier temps, pousser des populations rurales d'Afrique du Nord vers les zones urbaines, dans l'espoir de diversifier leurs sources de revenus et d'accumuler un capital. Si les possibilités d'emploi urbain sont insuffisantes et si la communauté (parfois une famille) dispose ou peut rassembler les ressources nécessaires, une migration vers l'Europe pourra également être envisagée, parfois pour générer des remises d'épargne vers la communauté d'origine. On est donc ici face à un processus cumulatif qui mêle à la fois des facteurs économiques, sociaux et environnementaux, mais aussi des processus de migration internes et internationaux.

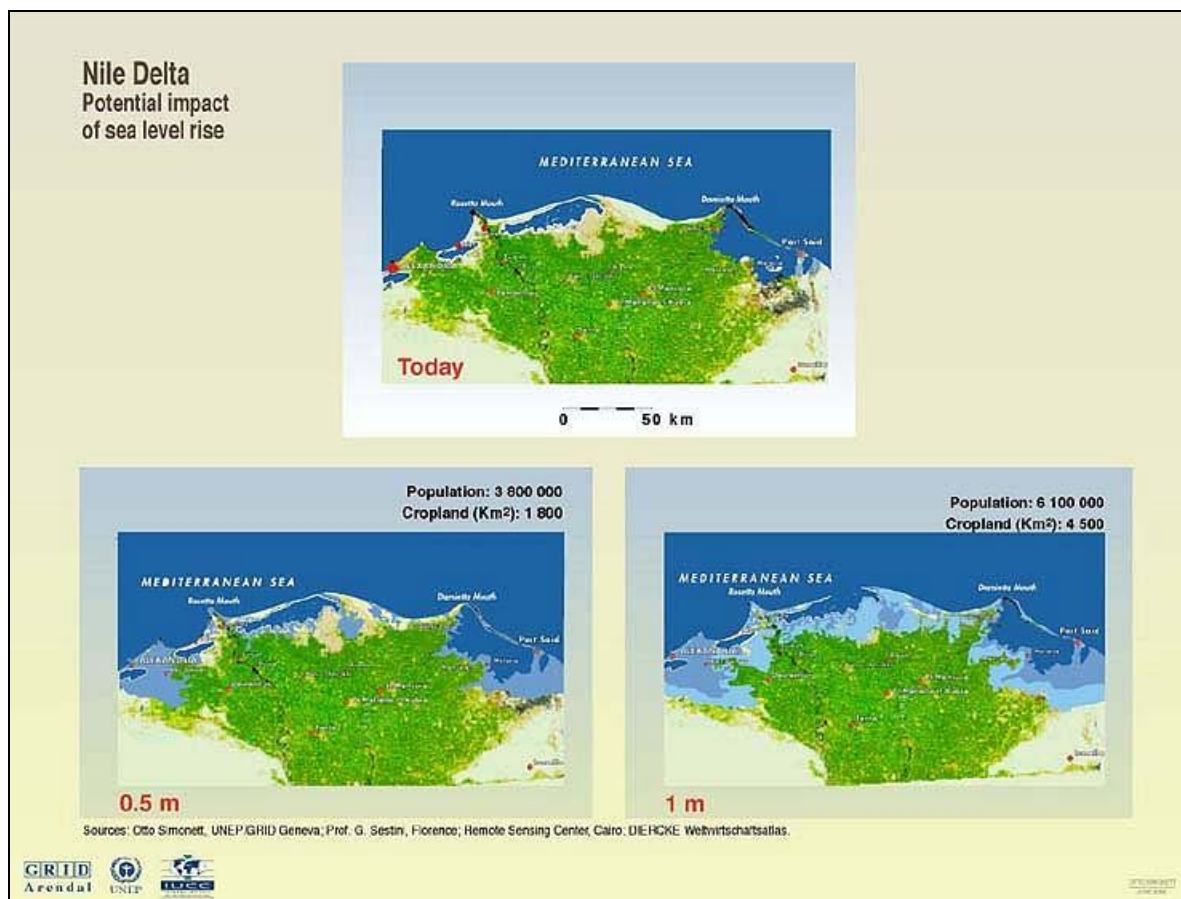


Figure 8. Les conséquences à attendre de l'élévation du niveau de la mer sur le delta du Nil
(Source : UNEP/GRID-Arendal)

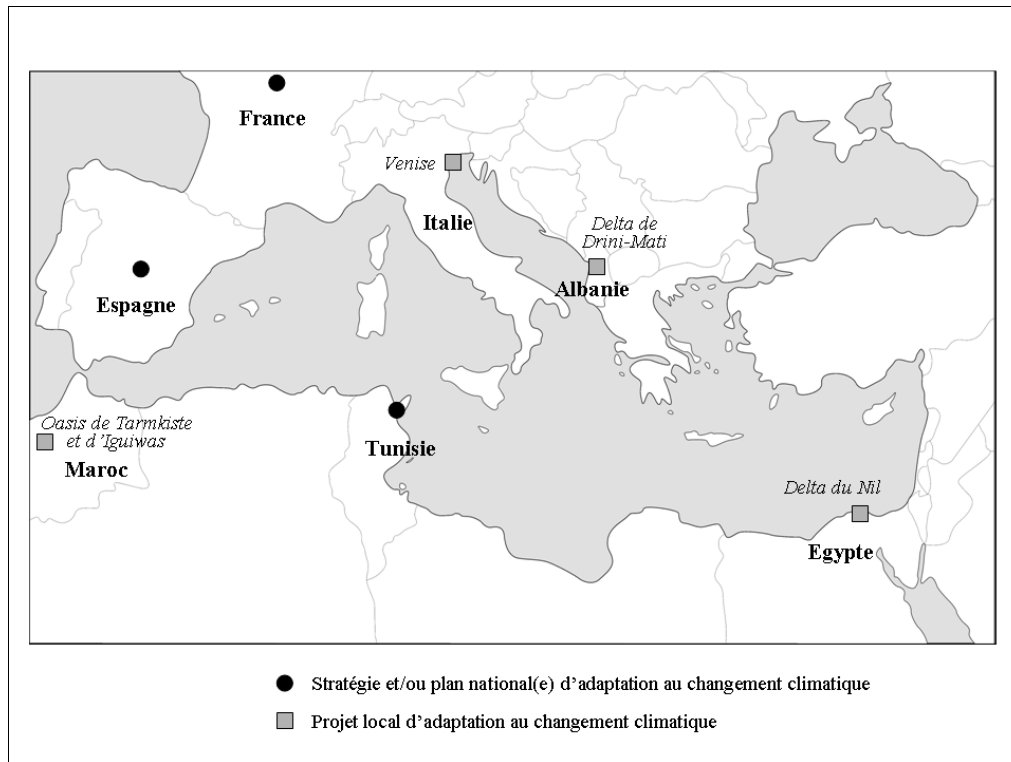
L'Europe connaît un phénomène similaire, et des migrations internes sont déjà observées dans certaines régions d'Espagne affectées par un appauvrissement des sols et de leurs ressources en eau potable. À terme, on peut imaginer que ces populations se déplacent également vers le nord de l'Europe, a fortiori si les contraintes à la mobilité sont moins nombreuses. Quant aux flux migratoires en provenance d'Afrique subsaharienne, ils s'intensifieront vraisemblablement, tant vers les pays du Maghreb que vers l'Europe, selon des mécanismes similaires. Une mise en garde importante s'impose toutefois ici : plusieurs recherches empiriques ont montré que si un phénomène de désertification, sur le long terme, résultait en une augmentation des flux migratoires, des sécheresses soudaines se traduisent au contraire par une diminution des flux migratoires, les familles n'ayant plus aucune ressource à consacrer à leur mobilité (Van der Geest, 2008). De surcroît, il importe de préciser que les politiques migratoires qui seront mises en place en direction de l'Afrique du Nord et de l'Afrique subsaharienne seront déterminantes quant à ces migrations potentielles liées aux impacts du changement climatique.

5. Mettre en œuvre l'adaptation au changement climatique en Méditerranée

5.1. Éléments de bilan des efforts actuels en matière d'adaptation en Méditerranée

Les pays méditerranéens ont commencé depuis quelques années à examiner en quoi le changement climatique allait les affecter. Sans faire état ici de l'ensemble des initiatives développées à diverses échelles, par différents acteurs (centres de recherche, collectivités locales, États, organisations internationales...) et sur des thèmes variés (eau, agriculture, littoral...), il semble important de s'intéresser de plus près à ce qui est à l'œuvre via les différentes initiatives rangées sous la bannière de « l'adaptation au changement climatique ». Nous en présentons donc brièvement ici quelques-unes, qui sont de deux ordres et reflètent des préoccupations à deux

échelles spatiales : des stratégies et plans nationaux (Espagne, France et Tunisie) et supranationaux (Europe) d'une part, et des initiatives plus locales (au Maroc, en Égypte, en Albanie et en Italie) d'autre part. La Carte 1 situe géographiquement ces initiatives.



Carte 1. Localisation des plans/stratégies et projets d'adaptation présentés ici.

5.1.1. Stratégies et plans nationaux ou régionaux

- **Espagne** : Plan national d'adaptation au changement climatique (2006)¹⁶

Le Plan national d'adaptation au changement climatique constitue un cadre de référence pour la coordination des administrations publiques sur les activités d'évaluation d'impact, de vulnérabilité et d'adaptation en Espagne. Fruit d'une consultation publique, le plan a été approuvé en 2006. Il détermine la structure globale des évaluations sectorielles, systémiques ou régionales et est basé sur un principe d'apprentissage pour identifier les options d'adaptation pertinentes, qu'elles soient sectorielles, multisectorielles, régionales ou transversales. Il identifie en particulier les actions d'information, de communication et de formation comme essentielles pour sa propre cohérence.

Le Plan met en avant une vision participative de l'adaptation : même si l'élaboration du cadre stratégique ou certaines évaluations de « secteurs directeurs » peuvent être considérées comme des processus *top-down*, la définition des options d'adaptation au niveau des secteurs, des systèmes ou des régions espagnoles doit se réaliser de façon décentralisée et *bottom-up*. Le plan d'adaptation souligne aussi l'importance des synergies qui existent avec d'autres enjeux environnementaux, ainsi qu'avec de nombreux instruments de planification courante. L'intégration des politiques de lutte contre le changement climatique dans l'ensemble des politiques publiques est donc ciblée comme étant primordiale.

La Oficina Española de Cambio Climático (OECC) coordonne l'application du Plan d'adaptation. Elle promeut en particulier la génération de données, d'outils et d'informations pertinentes pour le développement des évaluations d'impact et facilite le processus participatif.

¹⁶ http://www.mma.es/secciones/cambio_climatico/areas_tematicas/impactos_cc/pdf/pna_v3.pdf

- **France** : *Stratégie nationale d'adaptation au changement climatique (2006)*¹⁷

La stratégie nationale d'adaptation exprime le point de vue de l'État français sur la manière d'aborder la question de l'adaptation au changement climatique. Cette stratégie nationale d'adaptation a été élaborée dans le cadre d'une large concertation, menée par l'Observatoire national sur les effets du réchauffement climatique (ONERC). Elle a été validée par le Comité interministériel pour le développement durable réuni le 13 novembre 2006 par le Premier ministre.

Quatre grandes finalités sont identifiées dans cette démarche face au changement climatique : sécurité et santé publique ; aspects sociaux : les inégalités devant le risque ; limiter les coûts, tirer parti des avantages ; et préserver le patrimoine naturel. Quelques pistes d'action sont proposées comme préalables à l'élaboration future d'un plan national d'adaptation, lequel visera à décliner un ensemble de mesures précises à mettre en œuvre aux différents niveaux de décision.

- **Tunisie** : *Stratégie nationale d'adaptation de l'agriculture tunisienne et des écosystèmes au changement climatique (2007)*¹⁸

Assistée par la GTZ (agence de coopération technique allemande), la Tunisie a mis en place en 2007 une stratégie nationale d'adaptation au changement climatique¹⁹ spécifique au secteur de l'agriculture et intégrant les préoccupations relatives aux écosystèmes. En complément à la communication initiale de la Tunisie à la CCNUCC, cela a permis aux ministères tunisiens de disposer d'un rapport approfondi sur les implications régionales du changement climatique (tendances climatiques et impacts à attendre sur différents milieux). La stratégie d'adaptation a été réalisée en concertation avec tous les secteurs et institutions impliqués, ce qui a largement permis de prendre conscience que les problèmes climatiques posés à l'agriculture ne pouvaient trouver de solution dans ce seul secteur et que leur traitement requerrait donc une démarche plus large intégrant les enjeux d'autres secteurs et d'autres acteurs. Il en a résulté l'élaboration d'une stratégie nationale d'adaptation du secteur agricole qui propose aujourd'hui aux institutions concernées des directives détaillées et des mesures concrètes portant sur la façon dont doit être pensée et mise en œuvre l'adaptation.

L'étape suivante, en cours, consiste à transposer les éléments d'appréciation déjà obtenus sur les secteurs de la santé, de la protection des littoraux et du tourisme. Les travaux liés à la stratégie d'adaptation ont par ailleurs suscité un vif intérêt parmi la population tunisienne, favorisant une prise de conscience publique sur le changement climatique.

- **Union européenne** : *Livre Blanc d'adaptation aux changements climatiques (2009)*²⁰

Le Livre Blanc de la Commission Européenne présente un cadre pour les mesures et les politiques d'adaptation dans le but de réduire les vulnérabilités de l'Union européenne aux impacts du changement climatique. Il se positionne comme un travail préparatoire à l'élaboration d'une stratégie d'adaptation à l'échelle européenne. Respectant le principe de subsidiarité, et reconnaissant qu'une grande partie des actions d'adaptation se feront au niveau des États membres, il jette les bases d'une participation de l'Union européenne comme facilitateur des efforts nationaux, en particulier pour les questions transfrontalières et les politiques européennes. Le Livre Blanc propose la création d'un *Clearing House Mechanism* d'ici 2011 pour servir de plateforme d'échange sur les impacts du changement climatique et les meilleures pratiques. Il annonce par ailleurs que l'adaptation au changement climatique sera intégrée dans toutes les politiques de l'Union européenne, et figurera clairement dans sa politique extérieure.

¹⁷ <http://www.ecologie.gouv.fr/Adaptation-au-changement.html>

¹⁸ <http://www.gtz.de/de/dokumente/en-climate-results-adaptation.pdf>

¹⁹ <http://www.gtz.de/de/dokumente/en-climate-results-adaptation.pdf>

²⁰ http://ec.europa.eu/environment/climat/adaptation/index_en.htm

5.1.2. Projets d'adaptation

- **Tunisie** : Développement d'une stratégie d'adaptation aux changements climatiques dans le secteur agricole tunisien²¹

En avril 2005, la GTZ a reçu pour mission, dans le cadre de la coopération tuniso-allemande, d'apporter son appui à la réalisation des analyses nécessaires à la production de données plus précises sur les impacts du changement climatique en Tunisie. Les principaux thèmes étaient le secteur agricole, la vulnérabilité des écosystèmes ainsi que le développement des ressources hydrauliques. Sous l'égide du ministère tunisien de l'Agriculture et des Ressources hydrauliques (MARH), différents ministères et autorités administratives de Tunisie ont coopéré avec la GTZ tout au long d'un processus d'analyse de deux ans. En outre, de nombreuses ONG ont pris part à l'élaboration de la stratégie d'adaptation. Au total, environ 1 500 participants ont participé à trois conférences et douze réunions de travail.

Dans une première phase, les répercussions du réchauffement planétaire sur le climat ont été analysées avec l'appui d'une équipe de recherche internationale. Dans un second temps, l'analyse a porté sur les implications en résultant pour la société et l'économie tunisiennes. L'objectif était d'élaborer, pour le secteur de l'agriculture, une stratégie d'adaptation nationale devant conduire à l'élaboration d'un plan d'action. Les éléments d'appréciation ainsi obtenus, qui ont été présentés dans le cadre d'une étude en 2007, révèlent combien les répercussions du changement climatique sont potentiellement graves en Tunisie, mais montrent aussi que ces implications sont très différentes selon les régions.

- **Maroc** : Adaptation d'écosystèmes oasiens au changement climatique²²

Deux projets ont été initiés au Maroc dans le cadre du programme *Community-based Adaptation* du PNUD. Ces deux projets se localisent tous les deux dans le centre-ouest du pays, le premier dans l'oasis de Tarmkiste (province de Guelmin), le second dans l'oasis d'Iguiwas (province de Tata). Ils sont financés par le Fonds pour l'environnement mondial (FEM) et ont pour objectif d'intégrer le changement climatique dans la gestion durable des oasis. Ils se focalisent sur l'implication des communautés pour une meilleure gestion de l'eau, un renforcement du système agroforestier et l'établissement d'une politique de dialogue local.

D'une manière générale, le programme *Community-based Adaptation* du PNUD part du principe que les petites communautés seront probablement les plus affectées par le changement climatique. Son but est de mettre en place des projets d'adaptation au niveau de ces communautés afin d'augmenter leur résilience et de participer à un processus d'apprentissage sur la mise en œuvre de l'adaptation à petite échelle.

- **Égypte** : Adaptation du delta du Nil au changement climatique par une gestion intégrée des zones côtières (PNUD-FEM)²³

Le delta du Nil et sa zone côtière concentrent une grande proportion des infrastructures et de l'activité égyptienne. De ce fait, les inondations et les intrusions salines dues à la montée du niveau des eaux auront un impact direct et crucial sur l'économie dans son ensemble.

Malgré les mesures mises en œuvre par le gouvernement, de nombreuses contraintes demeurent pour la mise en place effective de la gestion intégrée des zones côtières et l'adaptation à la montée du niveau des eaux. Le but du projet est d'améliorer la résilience de l'Égypte et de réduire sa vulnérabilité au changement climatique. Pour ce faire, l'objectif est d'intégrer la gestion des risques liés à la montée du niveau des eaux dans les politiques de développement du delta du Nil.

²¹ <http://www.gtz.de/de/dokumente/en-climate-results-adaptation.pdf>

²² http://sdnhq.undp.org/gef-adaptation/projects/websites/index.php?option=com_content&task=view&id=258&sub=1

²³ <http://gefonline.org/projectDetailsSQL.cfm?projID=3242>

- **Albanie** : Identification et mise en œuvre de mesures d'adaptation dans les deltas de Drini-Mati (PNUD-FEM)²⁴

Les deltas des rivières Drini et Mati, sur la mer Adriatique, recèlent une biodiversité qui risque d'être significativement dégradée par le changement climatique. Le projet a pour but de développer et de mettre en œuvre des stratégies qui modèrent, permettent de faire face ou de tirer parti des impacts du changement climatique, en augmentant la capacité d'adaptation et la résilience des écosystèmes et des communautés locales.

Pour ce faire, le projet s'attachera à développer les capacités communautaires et institutionnelles pour documenter et répondre aux impacts du changement climatique dans les deltas. Un autre objectif, complémentaire du précédent, visera à intégrer la gestion du changement climatique dans les politiques de développement local. Enfin, ce projet cherchera à promouvoir l'apprentissage par l'expérience et des formes de gestion et d'évaluation adaptatives.

- **Venise** : Protection de la lagune contre la montée du niveau des eaux²⁵

Le lagon et la ville de Venise sont très vulnérables à la montée du niveau des eaux. En réaction à l'augmentation de la fréquence des inondations, le *Consorzio Venezia Nuova* a lancé un plan d'intervention en 1984 afin de défendre Venise contre les grandes marées et les tempêtes et de restaurer la morphologie du lagon, ainsi que la qualité de l'eau et des sédiments. La construction de la mesure de protection phare, un ensemble de trois barrières mobiles pour bloquer les hautes eaux en dehors de la lagune, a débuté en 2003 et devrait se terminer en 2014. Le plan comprend aussi un programme d'élévation des rues, des infrastructures de protection côtières, un programme d'entretien urbain...

Projet	Pays	Durée	Budget (\$)	Secteurs	Bailleur	Entité exécutrice
<i>Développement d'une stratégie d'adaptation aux changements climatiques dans le secteur agricole tunisien</i>	Tunisie	2005 - 2007		Agriculture, tourisme, environnement	GTZ	Ministère de l'agriculture et des ressources hydrauliques (MARH)
<i>Adaptation de l'oasis de Tarmkiste au changement climatique</i>	Maroc	2009 - 2011	172 000	Écosystèmes, agriculture	PNUD-FEM	Association Espace Rural Tarmguist
<i>Adaptation de l'oasis d'Iguiwas au changement climatique</i>	Maroc	2009 - 2011	114 000	Ecosystèmes, agriculture	PNUD-FEM	Association Tiflit pour le Développement
<i>Adaptation du delta du Nil au changement climatique par une gestion intégrée des zones côtières</i>	Égypte	Sept. 2009 - Juin 2014	16 millions	Zones côtières, tous secteurs	PNUD-FEM	Ministère des Ressources en Eau et de l'Irrigation
<i>Identification et mise en œuvre de mesures d'adaptation dans les deltas de Drini-Mati</i>	Albanie	Mai 2008 - Mai 2012	2 millions	Écosystèmes	PNUD-FEM	Ministère de l'Environnement, Administration des Eaux et Forêts
<i>Venice Safeguard Project</i>	Italie	1984 - ?	15 milliards	Zones côtières, infrastructures	multiples	multiples

Tableau 2. Exemples de projets d'adaptation développés dans le bassin méditerranéen.

²⁴ <http://www.undp.org.al/index.php?page=projects/project&id=177>

²⁵ www.salve.it

Si l'échantillon choisi est petit, arbitraire et n'a pas vocation à être représentatif de l'ensemble des initiatives d'adaptation existant en Méditerranée, il permet néanmoins d'avoir un aperçu de la diversité des enjeux que ces initiatives sont censées prendre en charge : changement climatique futur, variabilité climatique actuelle, mais aussi d'autres stress environnementaux (dégradation de la biodiversité) ou humains (trajectoires de développement non soutenables). L'échantillon présenté ici reflète aussi toute la difficulté – mais aussi tout l'intérêt – qu'il y a à engager un processus d'adaptation en ce sens que l'adaptation n'est pas un secteur en soi et qu'elle ne doit pas être une réponse à un stimulus unique, double caractéristique qui en fait un champ d'application privilégié des efforts de transversalité et de transdisciplinarité. Ces observations font toutefois également émerger le constat d'une certaine « mode » qui tend à accorder à un nombre croissant de projets de développement le label « adaptation », sans que le lien avec le changement climatique soit toujours évident.

Cette lecture schématique des différentes initiatives a pour principal intérêt de montrer, au-delà du fait que divers processus ont été lancés au sein du bassin méditerranéen, que ceux-ci ne se font pas sur les mêmes bases et que des démarches tant sectorielles qu'intersectorielles et territoriales sont entreprises. Or, cette diversité d'expériences fait de la Méditerranée un laboratoire intéressant de la mise en œuvre de l'adaptation au changement climatique ; par exemple, il n'est pas donné a priori qu'aborder cette question sous l'angle sectoriel constitue une meilleure approche que de le faire sous un angle multisectoriel, et inversement. De plus en plus, les réflexions sur l'adaptation montrent que la contextualisation, selon les caractéristiques propres des sociétés et des territoires, des démarches et des préconisations est fondamentale et que c'est la prise en compte des spécificités de l'échelle concernée qui doit primer. Si des principes généraux peuvent émerger de diverses expériences (comme ceux proposés dans les pages suivantes), leur portée pratique passe par ce travail de contextualisation qui n'est pas marginal.

5.2. Comment s'y prendre ?

S'il n'y a plus de doute sur le fait que l'économie méditerranéenne sera impactée par le changement climatique, l'ampleur, la nature et la localisation de ces impacts au sein du bassin méditerranéen comportent encore de vastes zones d'ombre. La faiblesse historique de la recherche sur l'adaptation a pour conséquence que les experts ont tendance à communiquer essentiellement sur les risques, et n'offrent que peu de solutions. Ce discours, bien qu'important, est souvent mal perçu par les acteurs directement concernés. En outre, même lorsqu'il s'agit de décrire les risques, le besoin se fait sentir de modélisations et d'informations plus locales, alors que celles-ci restent souvent d'échelle globale ou au mieux régionale (cf. *supra*). Par exemple, les chiffrages des coûts des impacts ou des mesures d'adaptation en termes de points de PIB ne traduisent que trop partiellement les vulnérabilités réelles (qui va perdre, quand et où ?), ce qui semble pourtant primordial dans la perspective de développer des politiques publiques appropriées et favorables aux plus vulnérables.

Cela représente aussi une limite importante aux réflexions présentées dans ce document – moins rédhibitoire probablement dès lors qu'elle est admise – mais il est clair qu'à l'heure actuelle, les travaux scientifiques sur la vulnérabilité au changement climatique et sur les capacités d'adaptation des territoires et des sociétés n'ont eux-mêmes pas encore atteint un stade de maturité suffisant pour apporter des réponses concrètes et consolidées²⁶. Cela ne signifie pas pour autant que rien ne soit encore possible : une série de recommandations peut être avancée, qui relèvent essentiellement de principes généraux favorisant une adaptation au changement climatique, et dont la pertinence réside beaucoup dans leur combinaison. Notons que ces réflexions sont principalement issues des travaux du Stockholm Environment Institute²⁷, du Cired²⁸ et de l'Iddri.

²⁶ Des questions apparemment simples restent en effet en suspend : quelles caractéristiques du système (un territoire, une société) expliquent que celui-ci sera plus apte que son voisin à s'adapter ? Quels mécanismes sont à faciliter et quels pièges sont à éviter ? Quels sont les pas de temps à considérer pour faciliter l'action et la mise en œuvre de politiques efficaces ? Etc.

²⁷ Autour de T. Downing, cf. www.weadapt.org

²⁸ Autour de S. Hallegatte (cf. Hallegatte, 2009).

5.2.1. Décider en acceptant l'incertitude climatique

Le changement climatique représente bien plus qu'un changement dans les conditions climatiques : il s'agit avant tout, pour les décideurs, d'une nouvelle source d'incertitude qui vient renforcer une contrainte classique en matière de décision publique. Il y a d'abord une distorsion entre l'échelle de temps des climatologues (temps long) et celle des cadres de décision existants (court à moyen terme). Ensuite, il est clair que la communication entre les sphères de la science du climat et de la décision publique ou privée n'est pas efficiente : si la première appréhende mal quelles données sont directement utiles à la décision, la seconde peine à saisir la complexité de la modélisation climatique et de ses résultats.

Parallèlement, nous l'avons vu, la science du climat est contrainte par de nombreuses incertitudes. Ainsi, on ne saurait se tourner vers les climatologues pour avoir des informations sur le climat à long terme de la même manière qu'on le fait aujourd'hui avec les météorologues pour connaître le temps qu'il devrait faire dans les jours à venir. Rien ne dit en effet que les avancées dans la science du climat conduiront à une réduction des incertitudes dans leur ensemble²⁹. L'une des raisons que l'on peut avancer est que le climat futur dépend en grande partie des émissions futures de GES (Parry *et al.*, 2008 ; Solomon *et al.*, 2009), lesquelles reposent sur des décisions qui n'ont pas encore été prises. Il est donc illusoire de considérer que les incertitudes sur les impacts vont fatalement se réduire, et qu'attendre pour prendre des décisions est une stratégie sage et efficace.

La mise en place de stratégies d'adaptation exige d'améliorer la façon dont le climat, et donc l'incertitude, sont pris en compte dans les décisions d'investissement et d'aménagement. Il s'agit essentiellement d'opter pour des solutions qui intègrent l'incertitude plutôt que des solutions profilées par rapport à un seul chiffre (généralement la moyenne des projections)³⁰.

On peut notamment avancer quelques pistes (Hallegatte, 2009) à explorer pour s'orienter vers des décisions plus adaptées :

- Institutionnaliser une planification de long terme (par exemple pour la gestion des zones côtières ou de l'eau au niveau régional), complétée d'un processus de révision régulier en fonction des nouvelles informations disponibles. L'adaptation est un processus d'apprentissage continu ;
- Promouvoir des stratégies « sans regret », c'est-à-dire des stratégies bénéfiques même sans considérer les impacts du changement climatique. Par exemple : réhabiliter les dunes côtières (car elles constituent des zones tampon face aux risques liés à la mer), mettre en œuvre des plans de prévention des risques naturels, etc. ;
- Initier des solutions robustes, c'est-à-dire qui sont pertinentes pour une gamme large d'évolutions futures du climat. Par exemple : prendre des marges « pessimistes » dans la phase de design d'une infrastructure plutôt que de devoir intervenir sur elle après mise en service ;
- Favoriser des stratégies réversibles plutôt qu'irréversibles, afin de minimiser le coût d'une mauvaise estimation des évolutions climatiques. Par exemple : il peut être préférable de refuser d'urbaniser une portion de côte car si un jour l'information climatique se précise, il sera toujours temps de prendre la décision inverse à faible coût ; en revanche, urbaniser malgré l'incertitude fournit certes des bénéfices immédiats, mais peut mener à une situation future où le choix n'est plus qu'entre protection lourde et recul, deux options dont le coût est souvent prohibitif et la faisabilité loin d'être garantie ;
- Ne pas se focaliser sur les solutions techniques d'adaptation : dans certains cas, des instruments institutionnels ou financiers peuvent se révéler plus appropriés. On pense par exemple à un

²⁹ Voir par exemple les travaux récents de J.E. Hansen (2007) sur l'augmentation du niveau de la mer

³⁰ Encore une fois, la majorité des travaux se base sur le scénario A1B en sa qualité de scénario « moyen », mais le GIEC est clair : ce scénario n'a pas davantage de probabilités que les autres de se réaliser. Les conclusions récentes d'une conférence internationale sur le climat qui s'est tenue en mars 2009 à Copenhague (*Climate congress: global risks, challenges & decisions*) stipulent même que la trajectoire actuelle d'émission de GES est au-delà des scénarios les plus pessimistes, dont le A1B ne fait pas partie.

accès facilité à des systèmes d'assurance (secteur de l'agriculture) ou à la mise en place de systèmes d'alerte précoce plutôt que de protections côtières lourdes. L'intérêt principal de ces options « douces » d'adaptation est qu'elles sont porteuses de beaucoup moins d'inerties et d'irréversibilités.

En résumé, l'incertitude fondamentale relative au changement climatique ne sera pas levée dans les années qui viennent ; en conséquence de quoi les décideurs ne doivent pas compter sur les climatologues, économistes et autres modélisateurs pour leur éviter d'avoir à prendre des décisions difficiles en contexte incertain.

5.2.2. Adopter une approche doublement intégrée

Si le changement climatique aura des effets indirects sur le développement des sociétés futures, on aura bien compris que les modes de développement actuels ont et continueront d'avoir des effets sur les évolutions climatiques. Il y a donc des chaînes de rétroactions entre développement et changement climatique dont il est indispensable de tenir compte dans les actions et politiques qui sont dès maintenant à promouvoir. Ainsi, dans la mesure où les stratégies d'adaptation peuvent avoir des impacts négatifs en matière environnementale ou en termes d'émissions de GES, il est important de développer des approches dites « intégrées » de l'adaptation, qui incluent par exemple des études d'impact sur l'environnement et le climat. En parallèle, il est tout aussi important que des interventions qui ne visent pas directement la lutte contre les changements climatiques tiennent compte des enjeux de l'adaptation, et donc ne conduisent pas, même involontairement, à un amaigrissement progressif de la gamme des possibilités d'adaptation. Cette préconisation, qui s'applique également aux logiques de réduction des émissions de gaz à effet de serre, se retrouve par exemple en première ligne dans la mise en œuvre de grandes infrastructures (autoroutes, retenues d'eau...), renvoyant indirectement aux enjeux des solutions dites robustes.

La Figure 9 schématise cette double relation d'intégration : d'une part intégrer les préoccupations du changement climatique dans celles de développement – les Anglo-Saxons parlent spécifiquement de *mainstreaming* –, d'autre part intégrer les enjeux de durabilité du développement dans ceux de la lutte contre les menaces climatiques.

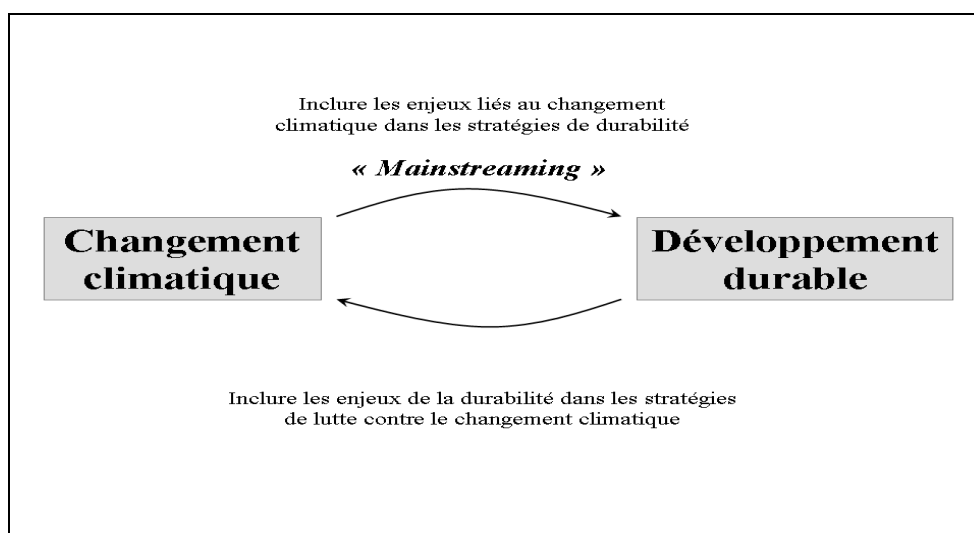


Figure 9. Lutter contre le changement climatique et mettre en œuvre un développement durable : une relation à double sens.

5.2.3. Tenir compte de toute la variété des possibilités (champs d'action et acteurs)

L'adaptation peut se décliner sur de nombreux plans, pas seulement techniques mais aussi comportementaux, économiques, financiers, politiques, institutionnels.... On réduit souvent les capacités d'adaptation à des attributs économiques et technologiques, mais les modes d'organisation sociale ou la structuration politico-administrative par exemple sont également des éléments importants de l'aptitude d'un territoire à réagir à une crise ou à une succession de crises, et à anticiper les crises potentielles futures. Ainsi, les solutions pratiques imaginables ne relèvent pas uniquement de transferts de technologies ou d'instruments de création de richesse, même si ceux-ci ont évidemment un rôle à jouer. On peut par exemple voir en des actions favorables au maintien des liens sociaux un moyen indirect de renforcer les capacités de la société considérée à être solidaire au moment de la crise (entraide sociale, assurance...) et de mettre en œuvre des politiques collectives d'anticipation (développer les réseaux d'irrigation, renforcer les structures et organes de secours...).

Enfin, considérer une large gamme de champs d'intervention en matière d'adaptation invite également à préciser que les actions à mettre en œuvre peuvent l'être à de multiples échelles, de la petite action dans un quartier urbain ou sur quelques parcelles en culture, aux politiques nationales et internationales (agricoles, commerciales, climatiques...), en passant par la planification du redéploiement du développement de territoires locaux à régionaux (réorientations économiques, dynamiques périurbaines, préservation de zones écologiques, utilisation d'énergies renouvelables...). On retrouve là le rapport à double sens entre lutte contre le changement climatique et développement durable. Cela sous-entend également que tous les acteurs sont concernés par l'adaptation. Adoptant une posture optimiste, on peut voir en cette complexité une démultiplication des points d'appui pour mettre en œuvre l'adaptation (par la multitude d'actions et d'acteurs).

5.2.4. Utiliser l'existant

De la même manière, il faut avoir conscience du fait que nous sommes loin d'être dépourvus de moyens d'agir. En effet, dans de nombreux cas, des instruments juridiques, institutionnels et techniques, par exemple, existent déjà qui peuvent être mobilisés en faveur de la mise en place de stratégies d'adaptation robustes. C'est typiquement le cas dans le domaine de la gestion des risques au travers des plans de prévention. Tout comme certains pays disposent également de politiques sociales qui présentent des bénéfices potentiels. Il convient donc en priorité d'utiliser pleinement l'existant, avant même de chercher à innover face à un problème du changement climatique censé être « nouveau » – dans ses conséquences, il ne l'est que partiellement en ce sens que les impacts des évolutions climatiques renvoient plus largement au domaine de la gestion et de la prévention des risques naturels. Cela renvoie à la préconisation évoquée précédemment de « déjà bien faire ce que l'on fait mal », et donc à l'idée qu'il existe aujourd'hui diverses sources de contournement (au moins partiel) des incertitudes.

À titre d'exemple, la Méditerranée s'est dotée dans le cadre de la convention de Barcelone (signée en 1976, révisée en 1995) d'un dispositif unique au monde visant à la préservation de la biodiversité, à la lutte contre la pollution, à la gestion intégrée des zones côtières (GIZC).... Dans ses différentes composantes, dont son nouveau protocole sur la GIZC (Billé et Rochette, 2008), cette Convention a un rôle clé à jouer en matière d'adaptation au changement climatique.

5.2.5. Reconnaître les divergences d'intérêts

Si la multitude des acteurs et des types d'actions pouvant avoir un effet sur les logiques d'adaptation peut constituer une opportunité pour la mise en œuvre de l'adaptation, elle invite également à reconnaître l'existence de divergences d'intérêts et de logiques entre acteurs, donc de conflits potentiels autour des stratégies d'adaptation à mettre en œuvre. Un exemple classique est celui du partage de l'eau entre les filières agriculture et énergie. Il est donc fondamental non seulement de ne pas feindre d'ignorer ces questions, mais au-delà, de les reconnaître et de les traiter par toute la variété des instruments disponibles : participation, négociation, médiation, communication, construction de consensus, mais aussi arbitrage au profit de certains intérêts et au détriment d'autres. L'adaptation comme la réduction des émissions, pour avoir des composantes

techniques et scientifiques fortes, n'en restent pas moins fondamentalement des processus politiques autour desquels enjeux de pouvoir et rapports de force ne sauraient manquer de s'exprimer.

5.2.6. Adapter les interventions aux contextes locaux

Dans sa phase de mise en œuvre (élaboration d'une stratégie, identification d'actions concrètes...), l'adaptation est un processus de décision et d'intervention spécifique à un territoire donné, donc indirectement à un ou des acteur(s) donné(s) qui évolue(nt) dans un contexte particulier marqué par des menaces et opportunités propres. Il n'existe pas de processus unique de gestion du risque climatique, ni d'ailleurs de solutions génériques qui puissent être appliquées quels que soient les contextes. Cela invite notamment à considérer avec précaution les expériences de « bonnes pratiques » qui, bien que séduisantes *a priori*, masquent souvent l'importance considérable des combinaisons de facteurs spécifiques au cas étudié dans la réussite même d'un projet. Ainsi, le biais consiste la plupart du temps à considérer ces expériences comme des « recettes » transposables en l'état, plutôt que comme de simples exemples de mise en application de principes généraux.

6. Conclusion

6.1. Il va falloir agir vite et longtemps

La multitude des impacts envisageables du changement climatique fait de ce problème l'un des plus préoccupants pour l'avenir de la Méditerranée à moyen et long termes. L'enjeu est à la fois de réduire les émissions de GES et de s'adapter aux changements en cours et à venir afin de réduire la vulnérabilité de sociétés qui pourraient être profondément bouleversées dans les prochaines décennies. Généralement, cette question est perçue comme un problème d'équilibre – donc entre autres, de répartition des coûts – entre réduction des émissions et adaptation. Au niveau méditerranéen, le problème se pose moins en ces termes car si la région doit substantiellement participer aux efforts internationaux de réduction des émissions de GES, elle reste en elle-même un émetteur relativement marginal au niveau mondial³¹, et les impacts qu'elle subira seront majoritairement relatifs aux émissions de l'ensemble des pays industrialisés ou qui s'industrialiseront. Cela justifie le fait qu'en matière d'adaptation, les pays méditerranéens doivent se mobiliser maintenant et pour longtemps, car il y a de moins en moins de doutes sur l'irréversibilité des changements déjà engagés. Les phénomènes de latence dans les processus climatiques jouent en effet un rôle important pour expliquer que les GES qui ont été rejetés dans l'atmosphère par les activités humaines depuis l'ère industrielle continueront d'avoir des conséquences sur le fonctionnement du système Terre à long terme. Une étude récente démontre par exemple très clairement que même si l'on stoppait à l'horizon 2100 toute émission de GES, le taux de concentration dans l'atmosphère resterait élevé au moins jusqu'en l'an 3000, ce qui implique un réchauffement de l'atmosphère et une montée du niveau de la mer inéluctables (Solomon *et al.*, 2009). L'irréversibilité des tendances est également montrée à des échelles de temps plus courtes (des décennies à venir à l'ensemble du siècle en cours) (IPCC, 2007a ; Rahmstorf, 2007 ; Parry *et al.*, 2008).

Il va donc bien falloir gérer ce qui d'ores et déjà est inévitable, tout en se gardant de considérer le changement climatique comme le seul moteur de changement. Il s'agit bien d'envisager les impacts du climat futur sur la société future, et non sur la société d'aujourd'hui, même si cela ajoute à la complexité. Des projections croisées sur des temps longs s'imposent.

³¹ Même s'il est clair qu'à l'intérieur même du bassin, tous les pays ne présentent pas des niveaux d'émissions équivalents.

6.2. Un cadre d'action qui se dessine...

Ce que vise également à montrer ce document, c'est que si cette question de l'adaptation peut apparaître comme nouvelle, les décideurs, les aménageurs et les acteurs dans leur ensemble ne sont pas démunis de solutions. Des instruments existent et des expériences sont en cours qui, sans toujours spécifiquement relever de la lutte contre le changement climatique, peuvent sérieusement y contribuer. Cinq points sont ici rappelés :

1. En matière d'adaptation, il s'agit en partie de réussir là où l'on a largement échoué jusqu'ici : maîtrise de l'urbanisation, protection de l'environnement, réduction des inégalités... Dans de nombreux cas, la situation actuelle ou envisageable à court terme n'est pas durable, hors impacts climatiques. Le changement climatique vient donc renforcer des problèmes existants plus qu'il n'en engendre de nouveaux. Suivant ce point de vue, il pourrait aussi faire émerger des opportunités pour régler des problèmes existants. Si peu d'exemples de ce type sont actuellement disponibles, il n'en reste pas moins que tout progrès visant à rendre plus durables les trajectoires actuelles de développement est un premier pas utile en matière d'adaptation, comme de mitigation d'ailleurs. Dans d'autres cas cependant, notamment dans celui de l'agriculture, il semble qu'il soit impossible de gérer les impacts climatiques sans un changement radical du modèle de développement agricole dominant – ce qui implique que les marges de manœuvre dans ce secteur sont déjà singulièrement réduites ;
2. Cela ne doit pas pour autant contraindre l'innovation, car les acteurs, publics comme privés, doivent à présent améliorer l'utilisation qu'ils font de l'information climatique, c'est-à-dire l'intégrer davantage dans leurs politiques, plans de développement, *business plans*.... Dans beaucoup de cas, l'information et les connaissances, même imparfaites, semblent suffisantes pour agir, mais elles tardent à imprégner la sphère des décideurs ;
3. Qu'il s'agisse de mettre en œuvre l'existant ou d'innover, l'attention devra logiquement se focaliser d'abord sur les pistes et mesures "sans coût ni regret". Il en existe de nombreuses qui peuvent avoir des impacts positifs en termes de mitigation et d'adaptation tout en permettant une rentabilisation des investissements sur le court terme. Pourtant, les synergies ont leurs limites et dans certains cas on se trouvera confronté à de nécessaires arbitrages qui imposeront une priorisation des choix entre réduction des émissions et adaptation ;
4. Les politiques et mesures d'adaptation doivent être pensées à l'intersection des scénarios climatiques et des projections socioéconomiques. Elles ne doivent pas être déduites seulement des scénarios climatiques et d'impacts, mais se nourrir du croisement entre perspectives climatiques et non climatiques. En effet, se projeter sur les impacts du changement climatique en 2050 sur la base des conditions socioéconomiques actuelles n'a aucun sens puisque l'on sait pertinemment que ces dernières vont évoluer. De même que s'intéresser à l'évolution des conditions de vie des générations futures sans prendre en compte les changements climatiques apparaît peu productif ;
5. Le contexte actuel d'émergence d'une véritable prise en compte des enjeux du changement climatique (réduction des émissions et adaptation) constitue de notre point de vue une opportunité – certes non dénuée de contraintes – pour les États méditerranéens de revisiter leurs stratégies de développement à moyen et long termes et de s'inscrire dans des trajectoires de développement durable.

Ce type de réflexions doit être mené rapidement, sans perdre de vue quelques points clés que l'on finit trop souvent par oublier :

- Pour beaucoup d'acteurs, le changement climatique est synonyme de problèmes hypothétiques qui pourraient se matérialiser d'ici 20 à 30 ans (voire plus), alors que leur action est orientée par des problèmes certains auxquels ils sont confrontés aujourd'hui ;
- Selon la plupart des modélisations climatiques et économiques dont on dispose à l'heure actuelle, la volonté de limitation de l'augmentation des températures moyennes à + 2°C (toujours affichée par l'Union européenne), implique des réductions drastiques des émissions de GES et, au-delà, des changements majeurs dans nos modes de développement. Toutes les

mesures que l'on peut évoquer pour les moyen et long termes sont donc à envisager soit dans une société profondément transformée par cet objectif, soit avec des changements climatiques beaucoup plus radicaux ;

Néanmoins, le principal changement que le réchauffement climatique induira ne sera peut-être pas le changement de climat lui-même, mais *(i)* l'incertitude concernant les conditions climatiques futures – qui était marginale au cours des derniers siècles et pouvait être négligée dans les prises de décision ; et *(ii)* l'incertitude relative aux futures politiques de réduction des émissions de GES et à leurs effets structurants sur l'ensemble des secteurs économiques.

6.3. ... mais demeure lacunaire

En termes scientifiques, trois domaines nécessitent d'être approfondis. Le premier vise à développer les travaux d'évaluation et de suivi des niveaux de vulnérabilité aux risques naturels et au changement climatique, et ce à différentes échelles territoriales, des situations nationales aux espaces de vie plus locaux. Une deuxième piste consiste à approfondir les connaissances scientifiques sur les capacités d'adaptation, et notamment sur deux thèmes : les facteurs d'influence (économiques, socioculturels, économiques, environnementaux et politico-institutionnels ; endogènes/exogènes), et les échelles spatiales et temporelles pertinentes. Enfin, la troisième voie concerne les stratégies d'adaptation à promouvoir ; là encore les questions d'échelles spatio-temporelles se posent, de même d'ailleurs que celles relatives aux financements (sources, clés de répartition, évaluation de l'efficacité des fonds distribués...).

Sur la question du financement précisément, un certain nombre de mécanismes internationaux sont déjà à l'œuvre. La Convention-cadre des Nations Unies sur le changement climatique (CCNUCC) a d'ores et déjà créé trois fonds pour l'adaptation, lesquels comptent pour un total avoisinant les 200 millions de dollars. Le Fonds pour l'environnement mondial (FEM), qui assure la gestion de ces trois fonds, destine aussi une partie de ses propres ressources au financement de l'adaptation. La coopération bilatérale s'est également saisie du sujet et un nombre croissant de projets de coopération porte sur l'adaptation. Pour autant, les montants engagés sont encore loin des estimations des coûts de l'adaptation avancées par certains économistes, qui les chiffrent en dizaines de milliards de dollars par an. Malgré les limites certaines de ces évaluations, qui tiennent pour beaucoup à la méthodologie utilisée et à notre méconnaissance de ce qu'est véritablement le coût de l'adaptation, il semble acquis que le financement actuel n'est pas à la hauteur des enjeux futurs. Le débat sur le financement ne doit cependant pas faire oublier que de nombreuses adaptations peuvent d'ores et déjà être réalisées à faible coût puisqu'elles ne demandent que de faire différemment ce qu'on fait aujourd'hui sans prendre en compte le changement climatique.

Enfin, il apparaît de plus en plus clairement que de gros efforts restent à fournir quant à la mise en place d'interfaces opérationnelles entre scientifiques d'un côté, acteurs privés et publics de l'autre, afin que ces derniers puissent faire la meilleure utilisation possible des travaux de recherche menés aussi bien en sciences du climat qu'en sciences sociales.

6.4. Quels besoins de coordination régionale en Méditerranée sur l'adaptation ?

Si l'activité régionale concernant le changement climatique s'est jusqu'à présent concentrée principalement sur la question de la réduction des émissions de GES, c'est que cette dernière se pose de fait de façon beaucoup plus directe et concrète en termes de coordination internationale. La mise en œuvre de mesures d'adaptation par un pays ou une collectivité ne profite *a priori* qu'à sa propre population, ce qui n'est pas le cas en matière de mitigation où les efforts de chacun participent à un objectif partagé. Pourtant, il s'avère que disposer de cadres collectifs méditerranéens sur l'adaptation est crucial à plusieurs titres.

D'abord, la nécessité du partage d'expériences et d'outils en matière d'adaptation se fait de plus en plus sentir au niveau régional à mesure que l'activité se déploie sur le terrain. Bien que vulnérabilité et capacité d'adaptation face au changement climatique soient très variables selon les contextes, comme le sont les initiatives à entreprendre, le besoin de partage d'expérience et de développement des capacités encourage la mise sur agenda régional de cette question. Celle-ci pourrait entre autres se traduire par des échanges régionaux plus structurants dans les phases de

préparation des négociations sur le climat, même s'il n'est pas question de voir les pays méditerranéens négocier systématiquement sur des positions communes.

En outre, les besoins de financement sont élevés et de nombreux pays méditerranéens, en particulier hors de l'Union européenne, risquent de ne pas pouvoir y répondre seuls. Même si la Convention climat ne désigne pas légalement de « responsables », les pays de l'Annexe 1³² ont pris l'engagement de soutenir financièrement l'adaptation chez leurs partenaires en développement (article 4 de la CCNUCC, article 11 du protocole de Kyoto, accords de Marrakech). La mise en place de tels financements, discutée globalement dans le cadre de la négociation climat, requiert en Méditerranée un dialogue continu et informé, plus en phase avec les spécificités régionales et locales et les besoins afférents. Les agences de développement bi- et multilatérales se trouvent donc logiquement placées en première ligne. Leur rôle est d'autant plus important que des synergies fondamentales existent entre développement (entendu à travers les Objectifs du Millénaire pour le Développement) et adaptation. Ces synergies sont telles qu'il est souvent difficile de distinguer concrètement ce qui relève de l'un ou l'autre domaine – et qu'il est donc conceptuellement peu envisageable de présenter l'adaptation comme un « coût incrémental » par rapport au développement.

Par ailleurs, même si les pays méditerranéens sont en compétition entre eux sur différents secteurs, chacun a aussi un certain intérêt à ce que ses voisins s'avèrent des partenaires stables et dynamiques sur le long terme : croissance et échanges économiques, gestion des flux migratoires, contribution constructive à la gouvernance régionale et mondiale et à la sécurité internationale.

Enfin, nous avons vu tout au long de ce rapport à quel point les enjeux de préservation de l'environnement étaient intimement liés à ceux de l'adaptation. La Méditerranée s'est dotée dans le cadre de la convention de Barcelone d'un dispositif unique au monde qui a un rôle crucial à jouer, dans ses différentes composantes, en matière d'adaptation au changement climatique.

³² C'est-à-dire tous les pays industrialisés (globalement réunis dans l'OCDE), plus des pays dont les économies sont en transition (Russie, États de la Baltique, divers pays de l'Europe centrale et orientale).

Références bibliographiques

- Adger W.N., 2006. Vulnerability. *Global Environmental Change*, 16, p. 268-281.
- Afifi T., 2009. *EACH-FOR Case-study Report: Egypt*. Rapport du projet EACH-FOR, disponible à l'adresse <http://www.each-for.eu/>
- Bankoff G., Frerks G., Hilhorst D. (Eds.), 2004. *Mapping vulnerability: disasters, development and people*. Earthscan, London, 236 p.
- Benoit G., Comeau A., (dir.), 2005. *Méditerranée : les perspectives du Plan Bleu sur l'environnement et le développement*. Editions de l'Aube, 431 p.
- Berkes F., 2007. Understanding uncertainty and reducing vulnerability: lessons from resilience thinking. *Natural Hazards*, 41, p. 283-295.
- Bethemont J. (coord.), Carré F., Dauphiné A., Daviet S., Drain M., Escallier R., Miossec J.-M., Pelletier J., Prévalakis G., Thumerelle J.-P., Troin J.-F., 1998. *Le monde méditerranéen: thèmes et problèmes géographiques*. SEDES, 320 p.
- Billé, R. 2008. *Adapting to climate change in the Mediterranean: some questions and answers*. Iddri, série « Synthèses », n°1/2008.
- Billé R., Kieken H., Magnan A., 2008. *Tourisme et changement climatique en Méditerranée: enjeux et perspectives*. Rapport d'expertise pour le Plan Bleu, atelier régional « Promouvoir un tourisme durable en Méditerranée », Nice Sophia-Antipolis, 2-3 juillet 2008, 45 p.
- Billé, R., Rochette, J., 2008. *La GIZC face au changement climatique*. Document de cadrage du colloque international « La gestion intégrée des zones côtières en Méditerranée, du local au régional : comment stopper la perte de biodiversité ? », Présidence française du Conseil de l'Union européenne, 18-19 décembre, Nice, France, 7 p.
- Christensen J.H., Hewitson B., Busuioc A., Chen A., Gao X., Held I., Jones R., Kolli R.K., Kwon W.-T., Laprise R., Magaña Rueda V., Mearns L., Menéndez C.G., Räisänen J., Rinke A., Sarr A., Whetton P., 2007. *Regional Climate Projections*. In: *Climate Change 2007: The Physical Science Basis*. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Solomon, S., Qin D., Manning M., Chen Z., Marquis M., Averyt K.B., Tignor M., Miller H.L. (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- Dasgupta S., Laplante B., Meisner C., Wheeler D., Yan J., 2007. The Impact of Sea-Level Rise on Developing Countries: A Comparative Analysis. World Bank Policy Research Paper 4136, Washington.
- De Franchis L., 2003. *Les menaces sur les sols dans les pays méditerranéens*. Les cahiers du Plan Bleu, Nice Sophia-Antipolis, 2, 80 p.
- Fermin A., 2009a. *EACH-FOR Case-study Report: Spain*. Rapport du projet EACH-FOR, disponible à l'adresse <http://www.each-for.eu/>
- Fermin A., 2009b. *EACH-FOR Case-study Report: Morocco*. Rapport du projet EACH-FOR, disponible à l'adresse <http://www.each-for.eu/>
- Hallegatte S., Somot S., Nassopoulos H., 2007. *Région méditerranéenne et changement climatique : une nécessaire anticipation*. Rapport d'expertise IPEMED, 45 p.
- Hallegatte S., 2009. Strategies to adapt to an uncertain climate change. *Global Environmental Change*, 19, p. 240-247.
- Hamilton J.M., 2003. Climate and the destination choice of German tourists. DINAS-COAST working paper 2.
- Hansen, J., 2007. Scientific reticence and sea level rise, *Environmental Research Letter*, 2, 6 p. (doi:10.1088/1748-9326/2/2/024002).
- Hertig E., Jacobeit J., 2007. Downscaling future climate change: Temperature scenarios for the Mediterranean area. *Global and Planetary Change*, 63, p. 127-131.
- IPCC, 2001. *Climate Change 2001: The Scientific Basis*. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Houghton, J.T., Y. Ding, D.J. Griggs, M. Noguer, P.J. van der Linden, X. Dai, K. Maskell, and C.A. Johnson (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 881pp.
- IPCC, 2007a. *Climate Change 2007: The Physical Science Basis*. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 996 pp.
- IPCC, 2007b. *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, M.L. Parry, O.F.

- Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden and C.E. Hanson, Eds., Cambridge University Press, Cambridge, UK, 976pp.
- Jäger J., Fröhmann J., Grünberger S., 2009. *EACH-FOR Synthesis Report*. Rapport du projet EACH-FOR, disponible à l'adresse <http://www.each-for.eu/>
- Klein R.J.T., Huq S., Denton F., Downing T.E., Richels R.G., Robinson J.B., Toth F.L., 2007. *Inter-relationships between adaptation and mitigation*. In: *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Parry M.L., Canziani O.F., Palutikof J.P., Van der Linden P.J., Hanson C.E. (eds.)], Cambridge University Press, Cambridge, UK, 745-777.
- Lanquar R. (ss dir.) et al., 1995. *Tourisme et environnement en Méditerranée*. Economica, Les fascicules du Plan Bleu, n° 8, 174 p.
- Le Treut, H., R. Somerville, U. Cubasch, Y. Ding, C. Mauritzen, A. Mokssit, T. Peterson and M. Prather, 2007: *Historical Overview of Climate Change*. In: *Climate Change 2007: The Physical Science Basis*. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Solomon, S., Qin D., Manning M., Chen Z., Marquis M., Averyt K.B., Tignor M., Miller H.L. (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- Magnan, A., 2009. *La vulnérabilité des territoires littoraux au changement climatique : mise au point conceptuelle et facteurs d'influence*. Analyses Iddri, Paris, 01/2009, 30 p.
- Margat J., Treyer S., 2004. *L'eau des Méditerranéens : situation et perspectives*. UNEP-MAP (Mediterranean Action Plan) Technical Report, 158, 366 p.
- Maurer G., 1985. Mise en valeur et aménagement du milieu naturel (Maghreb). In : Troin J.-F. (ss dir.) : *Le Maghreb, hommes et espaces*, Armand Colin, collection « U », 360 p., p. 15-86.
- Meehl G.A., Stocker T.F., Collins W.D., Friedlingstein P., Gaye A.T., Gregory J.M., Kitoh A., Knutti R., Murphy J.M., Noda A., Raper S.C.B., Watterson I.G., Weaver A.J., Zhao Z.-C., 2007. *Global Climate Projections*. In: *Climate Change 2007: The Physical Science Basis*. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Solomon, S., Qin D., Manning M., Chen Z., Marquis M., Averyt K.B., Tignor M., Miller H.L. (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- Nakićenović N., Swart R. (eds.), 2000. *Special Report on Emissions Scenarios*. A Special Report of Working Group III of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 599 p.
- Parry M., Palutikof J., Hanson C., Lowe J., 2008. Squaring up to reality. *Nature*, published online: 29 May 2008. Available via www.nature.com.
- Rahmstorf S., 2007. A Semi-Empirical Approach to Projecting Future Sea-Level Rise. *Science*, 315, DOI: 10.1126/science.1135456.
- Rahmstorf S. Cazenave A, Church J.A. Hansen J.E., Keeling R.F., Parker D.E., Somerville R.C.J., 2007. Recent Climate Observations Compared to Projections. *Science*, DOI: 10.1126/science.1136843.
- Randall D.A., Wood R.A., Bony S., Colman R., Fichet T., Fyfe J., Kattsov V., Pitman A., Shukla J., Srinivasan J., Stouffer R.J., Sumi A., Taylor K.E., 2007. *Climate Models and Their Evaluation*. In: *Climate Change 2007: The Physical Science Basis*. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Solomon, S., Qin D., Manning M., Chen Z., Marquis M., Averyt K.B., Tignor M., Miller H.L. (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- Scientific Expert Group on Climate Change (SEG), 2007. *Confronting Climate Change: Avoiding the Unmanageable and Managing the Unavoidable* [Rosina M. Bierbaum, John P. Holdren, Michael C. MacCracken, Richard H. Moss, and Peter H. Raven (eds.)]. Report prepared for the United Nations Commission on Sustainable Development. Sigma Xi, Research Triangle Park, NC, and the United Nations Foundation, Washington, DC, 144 p.
- Solomon S., Plattner G.-K., Knutti R., Friedlingstein P., 2009. Irreversible climate change due to carbon dioxide emissions. *Proceedings of the National Academy of Sciences (USA)*, 106 (6), p. 1704-1709.
- Somot S., Sevault F., Déqué M., Crépon M., 2007. 21st century climate change scenario for the Mediterranean using a coupled Atmosphere-Ocean Regional Climate Model. *Global and Planetary Change*, 63, p. 112-126.
- Terray L., Braconnot P. (ss dir.), 2008. *Livre blanc Escrime : étude des simulations climatiques*. IPSL-Météo-France, 52 p.
- Troin J.-F., 1985. L'eau : atout et limite pour le développement (Maghreb). In : Troin J.-F. (ss dir.) : *Le Maghreb, hommes et espaces*, Armand Colin, collection « U », 360 p., p. 15-86.

- Tsimplis M.N., Marcos M., Somot S., 2007. 21st century Mediterranean sea level rise: steric and atmospheric pressure contributions from a regional model. *Global and Planetary Change*, 63, p. 105-111.
- UNWTO (United Nations World Tourism Organization), 2008. *Climate change and tourism: responding to global challenges*. Madrid, 268 p.
- Van Der Geest K., 2008. North-South Migration in Ghana: What Role for the Environment? Présentation à la conférence 'Environment, Forced Migration and Social Vulnerability', 9-11 Octobre, Bonn.
- Van Grunderbeeck P., Tourre Y.M., 2008. *Bassin méditerranéen: changement climatique et impacts au cours du XXI^e siècle*. In : Thibault H.-L. et Quéfélec S. (ss dir.) : *Changement climatique et énergie en Méditerranée* (partie I, chap. 1), 558 p., p.1.3-1.69.
- Villevieille A. (ss dir.) et al., 1997. *Les risques naturels en Méditerranée. Situation et perspectives*. Economica, Les fascicules du Plan Bleu, n° 10, 157 p.
- Zolberg A. R., 1989. The Next Waves: Migration Theory for a Changing World. *International Migration Review*, 23 (3), pp. 403-430.

La Méditerranée au futur

Des impacts du changement climatique aux enjeux de l'adaptation

Ce rapport de synthèse a été réalisé à la demande du Commissariat général au développement durable (CGDD) du ministère de l'Écologie, de l'Environnement, du Développement durable et de l'Aménagement du territoire (MEEDDAT). Il a également bénéficié du soutien de la Direction Générale de la Recherche de la Commission européenne (projet Circe - « Climate change and impact research: the Mediterranean environment », FP 6) ainsi que de la Région Île de France (projet R2DS). Élaboré par l'Iddri en collaboration avec le CIRED, ce document fournit un point actualisé sur les tendances climatiques envisageables, et sur leurs impacts potentiels sur les ressources naturelles et les différents secteurs d'activité importants pour la Méditerranée. Des principes et recommandations sont également proposés pour guider la conception et la mise en œuvre des stratégies d'adaptation, à différentes échelles et pour différents domaines.

L'Iddri est un institut indépendant à l'interface de la recherche et de la décision. Il instruit les questions du développement durable qui nécessitent une coordination mondiale, comme le changement climatique ou la disparition des ressources naturelles. Dans ses analyses, il privilégie la gouvernance mondiale, les négociations internationales et les relations Nord-Sud. Ouvrant un espace de dialogue à des acteurs aux intérêts souvent divergents, il facilite une compréhension partagée des problèmes, tout en les inscrivant dans une perspective mondiale.

Les recherches du CIRED s'appliquent à l'étude des relations entre les modes de régulation économique et la genèse des univers techniques qui structurent les rapports entre les activités humaines et l'environnement biophysique naturel et construit. Il s'agit d'appréhender comment les institutions, les incitations économiques et les conventions sociales forment les choix techniques et les styles de consommation, puis d'étudier les rétroactions économiques et sociales de leurs impacts environnementaux. Le changement climatique est l'une des thématiques privilégiées par le CIRED.

